

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PAT-NO: JP411045846A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11045846 A

TITLE: SCANNING TYPE EXPOSURE METHOD AND ALIGNER

PUBN-DATE: February 16, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TANIGUCHI, TETSUO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

NIKON CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09199890

APPL-DATE: July 25, 1997

INT-CL (IPC): H01L021/027, G03F007/20, G03F007/207

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain good imaging characteristic by measuring the shape of a pattern surface of a reticle, when a gap between a stage of the reticle side and a projection optical system is narrow.

SOLUTION: In the state that a part of a pattern of a reticle R is projected on a wafer W via a projecting optical system PL under illumination light for exposing, the reticle R and the wafer W are synchronously scanned with respect to the projection optical system PL, and exposure is performed. A surface shape detecting system 30 is arranged at a position which is deviated fr to the scanning direction to a space between the projecting optical system PL and a reticle stage RST, and the surface shape of a pattern surface of the reticle R is measured via the surface shape detecting system 30 during the approach-rum period of scanning exposure and the like. The changing amount of imagery characteristics like an image surface position is calculated from the result of the measurement, and imagery characteristics of the projection optical system PL or forcus position of the water W is so controlled that the changing amount is corrected.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-45846

(43)公開日 平成11年(1999)2月16日

(51)IntCl⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 8

G 0 3 F 7/20

G 0 3 F 7/20

5 2 1

7/207

7/207

H

H 0 1 L 21/30

5 2 5 W

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平9-199890

(22)出願日

平成9年(1997)7月25日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 谷口 哲夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

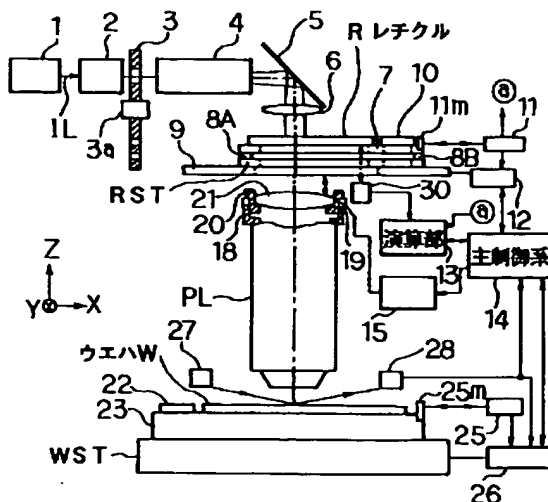
(74)代理人 弁理士 大森 聡

(54)【発明の名称】 走査型露光方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 レチクル側のステージと投影光学系との間隔が狭い場合でも、レチクルのパターン面の形状を計測して、良好な結像特性を得る。

【解決手段】 露光用の照明光のもとでレチクルRのパターンの一部が投影光学系PLを介してウエハW上に投影された状態で、レチクルR及びウエハWを投影光学系PLに対して同期走査することで露光が行われる。投影光学系PLとレチクルステージRSTとの間の空間に対して走査方向に外れた位置に面形状検出系30を配置し、走査露光の助走期間中等に面形状検出系30を介してレチクルRのパターン面の面形状を計測する。この計測結果より像面位置等の結像特性の変化量を算出し、この変化量を補正するように投影光学系PLの結像特性、又はウエハWのフォーカス位置を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク及び基板を同期して移動することにより、前記マスクのパターンを投影光学系を介して前記基板上に転写する走査型露光方法において、前記マスクのパターン像で前記基板を走査露光するのに先立って、前記マスクのパターン面の形状を計測し、走査露光時に前記パターン面の計測結果に基づいて前記投影光学系の結像特性及び前記基板の位置の少なくとも一方を補正することを特徴とする走査型露光方法。

【請求項2】 前記マスクのパターン面の形状計測は、前記マスクが助走開始位置にあるとき、又は前記マスクが助走位置にあるときに行われることを特徴とする請求項1記載の走査型露光方法。

【請求項3】 マスク及び基板を同期して移動することにより、前記マスクのパターンを投影光学系を介して前記基板上に転写する走査型露光装置において、前記投影光学系による転写対象領域の外側に検出点を有し、前記マスクのパターン面の形状を計測する形状測定系と、該形状測定系の計測結果に基づいて前記投影光学系の結像特性及び前記基板の位置の少なくとも一方を補正する補正系と、を有することを特徴とする走査型露光装置。

【請求項4】 前記マスクを移動するマスクステージに前記マスクのパターン面と実質的に同じ高さの基準面を形成しておき、該基準面を用いて前記形状測定系のキャリブレーションを行うことを特徴とする請求項3記載の走査型露光装置。

【請求項5】 前記マスクのパターン面の形状計測は、前記マスクが助走開始位置にあるとき、又は前記マスクが助走位置にあるときに行われることを特徴とする請求項3、又は4記載の走査型露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程中でマスクパターンを像を基板上に転写するために使用される露光方法及び露光装置に関し、更に詳しくはマスクと基板とを同期走査して露光を行うステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体素子等を製造する際に、ステップのような一括露光型の投影露光装置の他に、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の投影露光装置（走査型露光装置）も使用されつつある。この種の投影露光装置の投影光学系においては、限界に近い解像力が求められているため、解像力に影響する要因（例えば大気圧、環境温度等）を測定して、測定結果に応じて結像特性を補正する機構が備えられている。また、解像

力を高めるべく投影光学系の開口数が大きく設定され、その結果として焦点深度がかなり浅くなっているため、斜入射方式の焦点位置検出系（AFセンサ）により基板としてのウエハの表面の凹凸のフォーカス位置（投影光学系の光軸方向の位置）を計測し、この計測結果に基づいてウエハの表面を投影光学系の像面に合わせ込むオートフォーカス機構が備えられている。

【0003】しかし、近年になって、マスクとしてのレチクルの変形による結像誤差も次第に無視できなくなってきた。即ち、仮にレチクルのパターン面がほぼ一様に投影光学系側に撓むと、像面の平均的な位置も低下するため、ウエハのフォーカス位置が同じではデフォーカスが発生する。また、レチクルのパターン面が変形すると、そのパターン面上のパターンの投影光学系の光軸に垂直な方向の位置も変化することがあり、このようなパターンの横ずれはディストーション誤差の要因にもなる。

【0004】そのようなレチクルの変形を要因別に分類すると、（イ）自重による撓み、（ロ）レチクルのガラス基板自体の研磨時の変形、（ハ）レチクルをレチクルホルダに強引に吸着保持する際に両者の接触面の平面度に合わせて発生する変形等が考えられる。このようなレチクルの変形の状態は、レチクル毎に、更には露光装置のレチクルホルダ毎に異なってくるため、レチクルの変形量を正確に測定するには、レチクルを実際に投影露光装置のレチクルホルダに吸着保持した状態で測定する必要がある。

【0005】このように、レチクルホルダに吸着保持されたレチクルのパターン面の変形量を計測する方法として、先ず投影光学系を介してテストプリントを行う方法が考えられる。即ち、そのパターン面に形成された所定の複数のパターンの像を投影光学系を介して評価用のウエハ上に投影し、更にウエハのフォーカス位置を段階的に変化させながらその投影を繰り返し、現像後のレジストパターン像のコントラストが最も高くなる条件から各パターンの像のベストフォーカス位置を求める。このとき、これらのベストフォーカス位置のずれ量からそのパターン面の変形量を或る程度定量的に算出することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記の如く、投影露光装置においてより高い結像性能を得るためには、ウエハのみならず、レチクル側でもパターン面の形状を計測することが望ましい。ところが、テストプリントを行う方法は、時間がかかると共に、露光工程のスループットを低下させる。更に、実露光用のレチクルには転写用のパターンが形成されているため、テストプリント法は適用できない。そこで、迅速にレチクルの面形状を計測するために、ウエハのフォーカス位置を検出するための斜入射方式のAFセンサと同様の位置センサをレチクルステ

ージ側にも配置することが考えられる。

【0007】この場合、レチクルのパターン面は下面、即ち投影光学系側の面であることから、その斜入射方式の位置センサは、レチクルステージと投影光学系との間の空間、又はその近傍に配置することが考えられる。ところが、レチクルにはパターン面に異物が付着しないように、金属棒を介して防塵膜（ベリクル）が張設されることがある。この場合、その金属棒に斜入射光が遮られないようにする制約もあるため、その位置センサからあまり浅い角度（大きな入射角）でレチクルのパターン面に検出光を照射することはできない。

【0008】また、特に走査型露光装置において、レチクルステージは同期走査のための加減速時に応力を受けても変形しないように、十分な剛性を保つ必要があるため、レチクルステージは例えば投影光学系に殆ど接触する限界まで十分な厚さを備えた構成を取る場合が多い。更に、レチクルと投影光学系との間の空間が狭い方が投影光学系の設計は容易であるため、投影光学系が高精度化するにつれて、ますます投影光学系とレチクルとの間の空間は少なくなる傾向にある。従って、レチクル用の位置センサを投影光学系とレチクルとの間に配置するのは困難であるという不都合がある。

【0009】また、レチクル用の位置センサには非常に高い安定性が要求される。これは、その位置センサの計測値に経時変化があると、レチクルの面形状が変化したものとして判定されて、誤った結像特性の補正を行うことになるためである。本発明は斯かる点に鑑み、レチクル側のステージと投影光学系との間の空間が狭く、その空間にレチクルのパターン面の形状を計測するためのセンサを設置することが困難な場合でも、そのパターン面の形状を計測でき、ひいては良好な結像特性が得られる走査型露光方法を提供することを目的とする。更に、本発明はそのような走査型露光方法を実施できる走査型露光装置を提供することをも目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明による走査型露光方法は、マスク（R）及び基板（W）を同期して移動することにより、そのマスクのパターンを投影光学系（PL）を介してその基板上に転写する走査型露光方法において、そのマスクのパターン像でその基板を走査露光するに先立って、マスク（R）のパターン面の形状を計測し、走査露光時にそのパターン面の計測結果に基づいて投影光学系（PL）の結像特性、及び基板（W）の位置の少なくとも一方を補正するものである。

【0011】斯かる本発明によれば、例えば投影光学系による転写対象領域の外側にマスクのパターン面の少なくとも一部が位置するときにマスクのパターン面の形状を計測できればよいから、マスクの形状計測用のセンサ（30）は投影光学系に対して走査方向に離れた位置に配置できる。従って、投影光学系とマスク側のステージ

との間の空間が狭い場合でも、そのセンサ（30）を容易に設置でき、これを用いてマスクの変形量（撓み量）を計測できる。この変形量に応じて投影光学系のディストーション、又は基板のフォーカス位置を補正することで良好な結像特性が得られる。

【0012】また、マスク（R）のパターン面の形状計測は、そのマスクが助走開始位置にあるとき、又はそのマスクが助走位置にあるときに行われることが望ましい。即ち、例えばマスクの交換後にマスクのパターン面が助走開始位置か助走区間にあるときに面形状を一度計測しておけば、その後の露光時に補正を行うことができる。また、助走位置で面形状を計測できれば、面形状計測用にマスクの移動ストロークを伸ばす必要がない。なお、そのマスクの面形状の測定を走査露光時、走査露光終了後の減速時、又は減速後の停止時に行ってもよい。

【0013】次に、本発明による走査型露光装置は、マスク（R）及び基板（W）を同期して移動することにより、そのマスクのパターンを投影光学系（PL）を介してその基板上に転写する走査型露光装置において、投影光学系（PL）による転写対象領域（44）の外側に検出点を有し、そのマスクのパターン面の形状を計測する形状測定系（30）と、この形状測定系の計測結果に基づいてその投影光学系の結像特性及びその基板の位置の少なくとも一方を補正する補正系（15、19、23、26）と、を有するものである。

【0014】斯かる本発明の走査型露光装置によれば、形状測定系（30）は投影光学系に対して走査方向に離れた位置に配置でき、この形状測定系によってマスクのパターン面の形状が容易に計測できる。また、その形状測定系に沿ってマスクを走査することによって、そのマスクのパターン面の全面的形状を計測できる。これによって、本発明の走査露光方法が実施できる。

【0015】この場合、形状測定系（30）のキャリブレーションを行う基準面（10）を、マスク（R）を移動させるマスクステージ（7、RST）上に、マスク（R）のパターン面と実質的に同じ高さに形成することが望ましい。このとき、形状測定系（30）を用いて測定する際には、先ず基準面（10）の位置を測定してから、その測定値を基準としてマスク（R）の面位置を測定するようにする。即ち、基準面（10）とマスク（R）の面位置との差分を測定することによって、形状測定系（30）の測定値の安定性は、基準面（10）を測定してからマスク（R）を測定し終わるまでの短い時間だけ維持されていればよい。従って、形状測定系（30）の測定値が所定時間の間に経時変化するときでも、マスク形状に起因する結像特性の変化を正確に測定し、補正を行うことが可能である。

【0016】この場合も、そのマスクのパターン面の形状計測は、そのマスクが助走開始位置にあるとき、又はそのマスクが助走位置にあるときに行われることが望ま

しい。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の一例につき図面を参照して説明する。本例は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置を用いて露光を行う場合に本発明を適用したものである。図1は、本例の投影露光装置を示し、この図1において、露光光源1から射出された露光用の照明光ILは、リレー光学系や照度分布均一化用のフライアイレンズ等を含む整形光学系2に入射する。なお、照明光ILとしては、水銀ランプのi線（波長365nm）、KrF（波長248nm）、若しくはArF（波長193nm）等のエキシマレーザ光、又はYAGレーザの高調波等が使用できる。整形光学系2の射出面は、転写対象のレチクルの配置面に対する瞳位置に相当し、その射出面にはレチクルに対する照明条件を変更するための種々の開口絞りが配置されたターレット板3が設置されている。ターレット板3の周辺部には、通常の円形絞り、照明系のコヒーレンスファクタ（ σ 値）を変更できる可変円形絞り、輪帯照明用の輪帯絞り、及び変形照明用の4分割された絞り等が配置され、駆動モータ3aでターレット板3を回転することによって、所望の開口絞りが選択できる。

【0018】ターレット板3中の一つの開口絞りを通過した照明光ILは、更に視野絞り（レチクルブラインド）等を含む光学系4、光路折り曲げ用のミラー5、及びコンデンサレンズ6を介してレチクルRのパターン面（下面）のスリット状の照明領域を照明する。レチクルRのその照明領域内のパターンの像は、両側テレセントリックな投影光学系PLを介して投影倍率 β （ β は、1/4倍、又は1/5倍等）で縮小されて、フォトレジストが塗布されたウエハW上のスリット状の露光領域に投影される。以下、投影光学系PLの光軸AXに平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で走査露光時のレチクルR及びウエハWの走査方向（即ち、図1の紙面に平行な方向）に沿ってX軸を取り、走査方向に直交する非走査方向（即ち、図1の紙面に垂直な方向）に沿ってY軸を取って説明する。

【0019】レチクルRは、一例として4点支持でレチクルホルダ7上に真空吸着によって保持され、レチクルホルダ7の底部には高速移動に耐えるべく剛性を高めるように平行に2本のリブ8A、8Bが固定され、これらのリブ8A、8BがレチクルステージRST上に固定され、レチクルステージRSTは、レチクルベース9上でリニアモータによってY方向に連続移動すると共に、X方向、Y方向、回転方向に微動する。レチクルホルダ7の上端に固定された移動鏡11m、及び外部のレーザ干渉計11によってレチクルホルダ7（レチクルR）の2次元的な位置が計測され、この計測値、及び装置全体の動作を統轄制御する主制御系14からの制御情報に基づいて、レチクルステージ駆動系12がレチクルステージ

RSTの動作を制御する。

【0020】また、レチクルステージRST上でレチクルRにX方向に隣接する領域に、底面（以下、「基準面」と呼ぶ）の平面度の良好なガラス基板よりなる基準部材10が固定されている。基準部材10の基準面は、設計上でレチクルRのパターン面と同じ高さに設定され、且つレチクルRに対するスリット状の照明領域とほぼ同一の大きさであり、その基準面には投影光学系PLのディストーション、像面等の結像特性を測定するための評価用マークが形成されている。

【0021】図3（a）は基準部材10を示す平面図であり、この図3（a）において、基準部材10の基準面（底面）には例えばX方向に2列で十字型の評価用マークFRM_{1,1}, ..., FRM_{1,5}, FRM_{2,1}, ..., FRM_{2,5}が形成されている。なお、各評価用マークは2次元マークであればよく、例えば配列方向が直交する2つのライン・アンド・スペースパターンより形成してもよい。また、配列についても、基準面の全体にほぼ均等に分布していればよい。本例では基準部材10を使用することによって、実露光用のレチクルRをテストレチクルに変えることなく効率的に結像特性が評価できるように構成されている。本例では、更にその基準部材10の基準面を後述のレチクルRのパターン面の形状を計測するための検出系のキャリブレーションに使用する。

【0022】図1に戻り、ウエハWは不図示のウエハホルダ上に吸着保持され、このウエハホルダは試料台23上に固定され、試料台23は、ウエハステージWST上に固定されている。試料台23は、ウエハWのフォーカス位置（Z方向の位置）、及び傾斜角の制御を行い、ウエハステージWSTは、例えばリニアモータ方式でX方向に試料台23を連続移動すると共に、X方向、Y方向に試料台23をステップ移動する。試料台23の上端に固定された移動鏡25m、及び外部のレーザ干渉計25によって試料台23（ウエハW）の2次元的な位置が計測され、この計測値、及び主制御系14からの制御情報に基づいてウエハステージ駆動系26がウエハステージWSTの動作を制御する。

【0023】走査露光時には、投影光学系PLに対して、レチクルステージRSTを介してレチクルRが+X方向（又は-X方向）に速度VRで走査されるのに同期して、ウエハステージWSTを介して試料台23（ウエハW）が-X方向（又は+X方向）に速度 $\beta \cdot VR$ （ β は投影倍率）で走査される。そして、1つのショット領域への露光が終了すると、ウエハステージWSTのステップングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域への露光が順次行われる。

【0024】また、走査露光時にオートフォーカス方式でウエハWの表面を投影光学系PLの像面に合わせ込むために、投影光学系PLの側面下方の投射光学系27か

らウエハWの表面の複数の計測点にスリット像が斜めに投影されている。それらの計測点は、スリット状の露光領域内、及びこの露光領域に対して走査方向に手前側の先読み領域内にも配置されている。そして、投射光学系27に対称に配置された受光光学系28では、ウエハWの表面からの反射光を受光してそれらのスリット像を再結像し、それらの横ずれ量に対応したフォーカス信号を生成して主制御系14、及びウエハステージ駆動系26に供給する。投射光学系27、及び受光光学系28より斜入射方式の焦点位置検出系（以下、「AFセンサ27、28」と呼ぶ）が構成されている。ウエハWのフォーカス位置が変化すると、それらのスリット像の横ずれ量も変化するため、それらのフォーカス信号から対応する計測点でのフォーカス位置が検出でき、ウエハステージ駆動系26では、計測されたフォーカス位置が予め測定されている像面位置に合致するように試料台23のZ方向の位置、及び傾斜角をサーボ方式で制御する。

【0025】更に、本例の投影光学系PLには結像特性の補正機構が組み込まれている。即ち、投影光学系PLの本体の鏡筒18上に伸縮自在のピエゾ素子等からなる3個の駆動素子19を介して、レンズ21が収納されるレンズ枠20が配置されている。そして、主制御系14が結像特性制御部15を介して駆動素子19の伸縮量を制御して、レンズ21の位置や傾斜角を微調整することによって、投影光学系PLの所定のディストーション（倍率誤差を含む）等を所定範囲で補正できるように構成されている。なお、本例では1枚のレンズのみを駆動する例を示しているが、投影光学系PL内の所定の複数枚のレンズを駆動することによって、更に他の複数の結像特性（例えば像面湾曲、コマ収差等）を補正することが望ましい。

【0026】通常、露光を継続して行うような場合には、露光装置の周囲の大気圧変化、環境温度の変化、及び投影光学系PLにおける露光光の熱エネルギーの蓄積等によって投影光学系PLの結像特性（ディストーション、像面の位置等）が次第に変化することが知られている。そこで、本例の主制御系14には、大気圧等を計測するセンサ（不図示）、及び照明光ILから分岐した光束の光量を継続的にモニタするセンサ（不図示）からの検出信号が供給され、主制御系14ではそれらの検出信号より結像特性の変化量を予測し、この変化量を相殺するように結像特性制御部15、又は試料台23のZ方向への駆動機構（即ち、デフォーカス量の補正機構）を介して投影光学系PLの結像特性を補正する。本例では、結像特性制御部15、及び試料台23を用いることによって、レチクルRの変形に起因する結像特性の誤差をも補正する。

【0027】また、試料台23上のウエハWの近傍に基準マーク板22が固定されている。基準マーク板22の表面はウエハWの表面と同じ高さに保持され、基準マー

ク板22の表面の遮光膜中に、図3(b)に示すように、ディストーション、及び像面の位置等の結像特性計測用のY方向に伸びたスリット22x、及びX方向に伸びたスリット22yが形成されている。

【0028】図3(c)は、基準マーク板22の底部の試料台23の内部に設けられた検出系を示し、この図3(c)において、スリット22xを通過した露光用の照明光ILは、試料台23内で集光レンズ29Aを介して光電検出器29Bにより受光され、図3(b)のスリット22yの底部にも同様に光電検出器が固定され、これらの光電検出器の検出信号が図1の主制御系14の信号処理部に供給されている。この場合、図3(a)の例えば評価用マークFRM_{1,1}の投影像のX座標（ディストーション）を検出するためには、ウエハステージWSTを駆動することによって、基準マーク板22のスリット22xでその評価用マークFRM_{1,1}の投影像を横切るようにして、光電検出器29Bの検出信号を試料台23のX座標に対応させてサンプリングする。その後、例えばその検出信号を所定の閾値で2値化したときのスライス点の中心の座標として、評価用マークFRM_{1,1}のX座標を検出できる。同様に、スリット22yを用いることで、評価用マークFRM_{1,1}のY座標を検出できる。

【0029】また、評価用マークFRM_{1,1}の投影像の像面の位置（ベストフォーカス位置）を検出するためには、試料台23中のZ方向への駆動機構を介して基準マーク板22のフォーカス位置を所定ステップ量ずつ変化させ、それぞれスリット22xで投影像を走査したときに得られる検出信号のコントラストを検出すればよい。この場合、コントラストが最も高くなるときの基準マーク板22のフォーカス位置が、その投影像のベストフォーカス位置となる。種々の像高の評価用マークのベストフォーカス位置を検出することで、像面も検出できる。

【0030】なお、このようなスリットを介して投影像を検出するセンサの他に、ナイフエッジを介して投影像を検出するセンサ、又はその投影像をリレー光学系を介してCCD型等の撮像素子で撮像するセンサ等も使用できる。次に、レチクルRの変形量を計測するための機構につき説明する。図1の投影露光装置において、レチクルホルダ7には剛性を高めるためのリブ8A、8Bが設けられ、投影光学系PLの上端部にはレンズの駆動機構が設けられているため、レチクルベース9（レチクルステージRST）と投影光学系PLとの間の空間はかなり狭くなっている。そこで、本例では、レチクルステージRSTと投影光学系PLとの間の空間に対して走査方向に外れた領域でレチクルステージRSTの底面側に、レチクルRのパターン面の平面度や傾斜角等の面形状を検出するための面形状検出系30が配置されている。

【0031】本例の投影露光装置では、各レチクルをレチクルホルダ7上へロードした後、それぞれ一度パターン面の形状を計測して、その形状を記憶するようにして

10

20

30

40

50

いる。従って、露光用の照明光ILを照射する走査露光中はレチクルの形状を測定する必要はなく、走査露光中はレチクルステージRSTのX座標に応じて記憶されているパターン面の形状を呼び出し、その形状に基づいて結像特性の変動を補正できる。このように投影光学系PLの光軸AX上でレチクルRの形状を測定する必要が無いこともあって、レチクルステージRSTと投影光学系PLとの間の狭い空間に面形状検出系30を配置しなくとも済んでいる。

【0032】図2は、図1の面形状検出系30を-X方向(走査方向)に見た側面図であり、この図2に示すように、発光ダイオード、又はハロゲンランプ等よりなる3個の光源31A~31Cから射出された検出光DLは、それぞれスリット板33A~33Cを照明し、スリット板33A~33Cに形成されたスリットを通過した検出光DLは、それぞれ対物レンズ34A~34Cを介して、レチクルRのパターン面とほぼ同一面内でY方向に一列に配列された計測点41A~41Cにスリット像を投影する。この計測点41A~41Cは、レチクルRの移動方向に関して投影光学系PLの転写対象領域(レチクルR側の投影視野)の外側に設定されている。計測点41A~41Cで反射された検出光DLは、それぞれ対物レンズ35A~35Cを介して振動スリット板37A~37Cの開口上にスリット像を再結像する。振動スリット板37A~37Cは、駆動検出部39によって不図示の振動子を介して1次元方向に振動し、振動スリット板37A~37Cの各開口を通過した検出光DLは、対応する光電検出器38A~38Cに入射し、光電検出器38A~38Cの検出信号が駆動検出部39に供給されている。従って、本例の面形状検出系30は、斜入射方式の位置検出系を3個並列に配置したような構成になっている。

【0033】この場合、レチクルRのパターン面の計測点41A~41CのZ方向の位置が変化すると、振動スリット板37A~37C上に再結像されるスリット像の位置が振動方向に横ずれする。そこで、駆動検出部39では、光電検出器38A~38Cの検出信号を例えば振動子の駆動信号で同期整流することによって、計測点41A~41CのZ方向の位置を例えば100nm程度の分解能で検出し、検出結果を図1の演算部13に供給する。演算部13には、レーザ干渉計11で計測されるレチクルステージRST(レチクルR)のX座標、Y座標も供給されている。計測点41A~41CでのZ方向の位置は、レチクルRがそのX座標にあるときのパターン面の非走査方向への面形状を示すものである。そして、図1において、レチクルステージRSTを面形状検出系30の上方でX方向に移動することによって、レチクルRのパターン面の全面、及び基準部材10の基準面の全面のZ方向の位置を面形状検出系30で検出できるように構成されている。

【0034】なお、本例ではレチクルRのパターン面上の3個の計測点のZ方向の位置を検出しているが、より細かな位置情報が必要な場合には、斜入射方式の検出系の個数を増やしてその計測点の個数を増加すればよい。次に、本例の面形状検出系30の計測値のキャリブレーション(較正)方法につき説明する。面形状検出系30はレチクルRの投影光学系PLに対する相対位置を測定して、結像特性への影響を評価するのに用いられるため、その計測値が安定しないと結像特性が不安定になる。しかしながら、面形状検出系30は100nm程度という極めて高い精度を要求されるセンサであり、そのレベルでの安定性を長期に保つのは、非常に困難であり、また製造コストの上昇にもつながる。そこで、レチクルホルダ7上に設けられている結像特性計測用の基準部材10の基準面を用いて面形状検出系30の較正を行う。その基準面の評価用マークの投影像によって像面も検出できるため、その像面にウエハWの表面を合わせ込むと共に、そのときの基準面の位置に対して面形状検出系30の計測値が基準値(例えば0)となるように較正することによって、レチクルRのパターン面とウエハWの表面との合焦状態を維持できるようになる。

【0035】これについて具体的に説明すると、図1において、レチクルステージRSTを駆動して基準部材10を露光用の照明光ILの照明領域に移動して、基準部材10に照明光ILを照射する。この際に、レチクルホルダ7上に実露光用のレチクルRが載置されていてもよい。そして、図3(a)に示す基準部材10の評価用マークFRM_{1,1}~FRM_{2,5}の像が投影光学系PLを介してウエハステージWST側に投影される。そこで、上述のように基準マーク板22のフォーカス位置を変えながら、所定の複数(3個以上)の評価用マークの像をスリット22x(図3(c)参照)で走査して、検出信号のコントラストより各像のベストフォーカス位置を求め、これらのベストフォーカス位置より例えば最小自乗法によって最適な像面(合わせ面)を決定する。

【0036】また、そのように基準マーク板22のフォーカス位置を変える際に、主制御系14は、斜入射方式のAFセンサ27、28によってそれら複数の評価用マークの像の近傍の計測点でのフォーカス信号を検出しておき、それら複数の像のベストフォーカス位置でのフォーカス信号を求める。更に主制御系14は、その最適な像面上でのAFセンサ27、28の各計測点のフォーカス信号をオフセットとして求め、これらのオフセットをウエハステージ駆動系26に供給する。なお、フォーカス信号のオフセットを供給する代わりに、例えば照射光学系27からの検出光の入射角、又は受光光学系28内で再結像されるスリット像の位置をそのオフセットを相殺するようにずらしてもよい。

【0037】その後、露光時にウエハWの表面が露光領域にある状態で、ウエハステージ駆動系26は、AFセ

ンサ27、28から供給されるフォーカス信号よりそのオフセットを差し引いた値がそれぞれ0となるように試料台23のフォーカス位置、及び傾斜角を制御する。これによって、ウエハWの表面は、基準部材10の基準面の投影光学系PLによる像面を近似する平面、即ち最適な像面（合わせ面）に正確に合わせ込まれるようになる。

【0038】このように基準部材10を用いて最適な像面を計測した直後（計測する直前でもよい）に、図5に示すように基準部材10の基準面を面形状検出系30の検出領域に移動して面位置を計測する。図5において、基準部材10は投影光学系PLに対して+X方向側に移動しており、基準部材10の基準面（下面）のX方向の中央の3個の計測点41A~41Cに対して、それぞれ図2の面形状検出系30の光源31A~31Cからの検出光DLA~DLCが投射され、図1の演算部13で計測点41A~41CでのZ方向の位置 Z_A 、 Z_B 、 Z_C が検出される。次に、図6に示すように、実露光用のレチクルRのパターン面の一部を面形状検出系30の検出領域に移動して、そのパターン面の面位置を計測する。ここでは、一例として、レチクルRのパターン面の形状が走査方向でほぼ一様に変形しているものとして、ウエハ上の第1のショット領域への走査露光を行うために、レチクルRが助走開始位置（加速開始位置）に停止した状態でその面位置の計測を行うものとする。

【0039】図6において、レチクルRは投影光学系PLに対して+X方向側に移動しており、レチクルRは露光用の照明光による照明領域44の+X方向側に位置している。このときのレチクルステージRSTのX座標を x_1 とする。照明領域44の形状は、図1の光学系4内の視野絞りによって設定されるが、図6の状態では照明領域44にはまだ照明光は照射されていない。そして、露光が開始されると、レチクルRは-X方向に助走を開始し、所定の走査速度に達してウエハWとの同期が取られた後、レチクルRのパターン領域の端部が照明領域44に入って照明光の照射（走査露光）が開始され、そのパターン領域が照明領域44を通過した後にレチクルRの減速が開始されて、レチクルRが停止する。その後、次のショット領域への露光時にはレチクルRは照明領域44に対して+X方向に走査され、以後レチクルRは交互に逆方向に走査される。

【0040】本例では、図6に示すレチクルRの助走開始位置（レチクルステージRSTのX座標が x_1 ）で、レチクルRのパターン面の端部の3個の計測点41A~41Cに対して、図2の面形状検出系30の光源31A~31Cからの検出光DLA~DLCが投射され、図1の演算部13で計測点41A~41CでのZ方向の位置 $Z_A(x_1)$ 、 $Z_B(x_1)$ 、 $Z_C(x_1)$ が検出される。その後、演算部13は、レチクルRのパターン面のZ方向の位置から基準部材10の基準面のZ方向の位置を差し引

いて差分 $\Delta Z_A(x_1)$ 、 $\Delta Z_B(x_1)$ 、 $\Delta Z_C(x_1)$ を求め、これらの差分をそのパターン面のZ方向の位置として主制御系14に供給する。主制御系14では、供給されたZ方向の位置 $\Delta Z_A(x_1)$ 、 $\Delta Z_B(x_1)$ 、 $\Delta Z_C(x_1)$ より、先程決定したウエハWの合わせ面に対する投影光学系PLの像面の位置の変化量を算出する。

【0041】図4は、レチクルRのパターン面の変形の一例を示し、この図4はレチクルRを+X方向（走査方向）に見た図である。この場合、実線はレチクルホルダ7上に保持されたレチクルRのパターン面40が基準面に合致し、ウエハWの表面がそのパターン面40の投影光学系PLによる像面に合致している状態を示し、2点鎖線はレチクルRが自重で撓んだ状態のパターン面40Aを示している。このパターン面40Aの基準面からの撓み量は、上記のZ方向の位置 $\Delta Z_A(x_1)$ 、 $\Delta Z_B(x_1)$ 、 $\Delta Z_C(x_1)$ によって表されている。そこで主制御系14は、パターン面40Aに対する投影光学系PLによる像面42Aの変化量を、投影光学系PLの投影倍率 β 、及びそのZ方向の位置から算出する。これによって、像面湾曲量、及び像面42Aの平均的なフォーカス位置の変化量 ΔZ が算出されるため、主制御系14では、先ず図1の結像特性制御部15を介してその像面湾曲を補正する。但し、ここでは駆動素子19の制御によって像面湾曲も或る程度変えられるものとしている。この際に、平均的なフォーカス位置も変化するため、主制御系14では残留するフォーカス位置の変化量 $\Delta Z'$ を算出し、ウエハステージ制御系26に対してウエハWの表面のフォーカス位置の目標値を $-\Delta Z'$ だけ変化させる。これによって、レチクルRのパターン面の撓みによる像面湾曲、及びデフォーカスが補正されて、ウエハWの表面が高精度にレチクルRのパターン面に対する実際の像面に合わせ込まれる。

【0042】なお、レチクルRのパターン面の変形によってディストーションも変化する場合には、結像特性制御部15を介してそのディストーションの補正も行う。更に、レチクルRのパターン面の変形量が、走査方向の位置によって大きく異なる場合には、レチクルステージRSTのX座標が所定量変化して x_i ($i=2, 3, \dots$) になる毎に面形状検出系30を介してレチクルRのパターン面の3個の計測点でZ方向の位置 $Z_A(x_i)$ 、 $Z_B(x_i)$ 、 $Z_C(x_i)$ を検出し、それぞれ基準面の位置からの差分を求めることが望ましい。そして、パターン面全体の平均的な面を決定して、この平均的な面の像面をウエハWの合わせ面としてもよいが、レチクルステージRSTのX座標に応じて結像特性制御部15による像面湾曲等の補正量、及び試料台23によるフォーカス位置の目標値の補正量を変化させるようにしてもよい。

【0043】上記のように本例によれば、投影光学系PLを介して基準部材10の基準面の像面を決定した後、極めて短時間に、その基準面に対するレチクルRのパ

13

ーン面のZ方向への位置ずれ量を計測している。従って、面形状検出系30の計測値が次第に経時変化する場合でも、その経時変化の影響を受けることなく安定、且つ高精度にそのレチクルRのパターン面の位置を計測できる。そのため、面形状検出系30として安価なセンサを使用できる。

【0044】なお、レチクルRのパターン面の形状の面形状検出系30による測定を、レチクルRの走査露光終了時の減速時、又は走査露光終了後の停止時等に行うようにしてもよい。次に、本例の投影露光装置でレチクルRのパターン面の変形量を計測して、結像特性の補正を行いながら露光を行う場合の全体の動作の一例につき図7のフローチャートを参照して説明する。先ず、図7のステップ300で、オペレータは投影光学系PLの結像特性のキャリブレーション、即ち所謂レンズキャリブレーションを行うかどうか判断する。投影光学系PLの結像特性の安定性により、必要に応じてレンズキャリブレーションが行われる。レンズキャリブレーションを行う場合にはステップ301に進み、主制御系14の制御のもとで、図3を参照して説明したように、基準部材10の評価用マークを用いて投影光学系PLの結像特性（ディストーション、及び像面）を測定した後、ステップ302に移行して、主制御系14は基準部材10の基準面に対して最適となるように結像特性の補正を行う。

【0045】次に、レンズキャリブレーションが終了した後、又はステップ300でレンズキャリブレーションを実行しないときには直接ステップ303に移行して、実際に回路パターンの露光に用いられるレチクル（レチクルRとする）を図1のレチクルホルダ7上に載置して吸着保持する。次に、ステップ304に進み、図5に示すように基準部材10のX方向の中心を面形状検出系30による計測点41A~41C上に移動して、面形状検出系30により基準部材10の基準面のZ方向の位置（光軸AX方向の位置）の測定を行い、この測定値を面形状検出系30の基準値として演算部13に記憶する。基準部材10の走査方向の幅は照明領域程度に狭いため、走査方向の位置による誤差は無視できる程度と考えられる。但し、より基準面の位置精度を高めるために、基準部材10の走査方向の位置を変えて面形状検出系30を介して複数回Z方向の位置計測を行い、計測値の平均値を面形状検出系30の基準値として記憶してもよい。

【0046】次に、ステップ305に進み、実露光用のレチクルRのパターン面の形状の測定を行う。ここでは、計測精度を高めるために、レチクルRのパターン面の全面の形状を計測するものとする、図1に示すように、レーザ干渉計11の計測値に基づいてレチクルステージRSTを介してレチクルRをX方向に移動しながら、X方向に所定間隔で面形状検出系30を介してレチクルRのパターン面の非走査方向（Y方向）の3個の計

14

測点でのZ方向の位置を計測する。そして、図1の演算部13では、各計測値からステップ304で記憶された基準値を差し引いて得られる差分を、レチクルRのパターン面のZ方向の位置として主制御系14に供給する。これによってそのパターン面の3次元的な面形状が計測される。

【0047】次に、ステップ306に進み、主制御系14は図4を参照して説明したように、レチクルRのパターン面の基準面に対する変形により発生する結像特性の変化量を計算し、それに対する補正量の計算を行う。走査露光方式では露光領域がスリット状であるため、レチクルステージRSTの走査方向の位置（X座標）に応じて補正量を変えることにより、より細かい補正が可能となる。例えば、レチクルRがねじれるような変形を起こしているときには、ねじれ量に応じてウエハWの表面の傾斜角を変えるなど、レチクルステージRSTのX座標に応じて補正量を決定することが望ましい。勿論、この場合におけるレチクルステージRSTのX座標は測定位置（面形状検出系30の計測点の位置）と露光位置（光軸AXの位置）との差分を考慮したものである。

【0048】次に、ステップ307に進み、半導体素子の回路パターンをウエハ上に焼き付けるための露光動作に入る。即ち、例えば1ロットのウエハを順次試料台23上にロードして、各ウエハのショット領域に対して走査露光を行う。この走査露光の直前に主制御系14は、ステップ306で求めておいた結像特性の補正量に、大気圧変動、及び投影光学系PLの照明光吸収による結像特性の変動量を相殺するための補正量を加算して総合的な補正量を求める。そして、その総合的な補正量に基づいて、主制御系14はレチクルステージRSTのX座標に応じて結像特性制御部15、及び試料台23を駆動して結像特性の補正を行いつつ、当該ショット領域への走査露光を行わせる。

【0049】例えば1ロットのウエハへの露光動作が終了した後、露光を継続して行う場合には、動作はステップ308からステップ309に移行して、レチクルを交換するかどうか判定する。同一レチクルで続けて露光を行う場合は、レチクルの形状を再び測定する必要がないので、ステップ307に戻り、同様に露光動作を行う。ステップ309でレチクルを交換する場合は、ステップ300まで戻る。この際に、前回の投影光学系PLの結像特性のキャリブレーション（レンズキャリブレーション）からあまり時間が経っていないければ、変化要因はレチクルの面形状のみであるため、直接ステップ303に移行してレチクルのロードから実行すればよい。更に、面形状検出系30の計測値が経時変化する時間に比べてこれまでの経過時間が十分短いときには、ステップ304の面形状検出系30による基準面の位置測定も省略できる。

【0050】このように本例によれば、基準部材10の

15

基準面の位置を基準として面形状検出系30を用いてレチクルRのパターン面の形状を計測し、計測結果に応じて結像特性を補正しているため、面形状検出系30の計測値が経時変化する場合でもそのパターン面の形状を高精度に計測でき、結果として結像特性を所望の状態に高精度に維持した状態で露光を行うことができる。

【0051】なお、レチクルとして前に使用されたことがあり面形状の計測データが記憶されているレチクルが使用される場合で、且つその露光プロセスの必要精度があまり高くないような場合には、ステップ305のレチクルの面形状の計測工程を省略してスループットを高めることも可能である。但し、同一のレチクルであっても、レチクルホルダ7の位置決め精度によってレチクルホルダ7に搭載される際のレチクルの位置が微妙に変化し、また、異物がレチクルホルダ7とレチクルとの間に挟まれることも考えられるので、毎回測定することが望ましい。更に、異物、あるいはレチクルの製造誤差等によっては、結像特性を補正しても残留誤差が大きいと判断されるとき、又は補正量が足りないとき等は、オペレータに警告を発して露光を停止することが望ましい。

【0052】また、本例では、レチクルRの形状はレチクルホルダ7に搭載された後は一定の形状を保っているという前提で、レチクルRを装置に搭載した際に1回だけ測定していたが、レチクルRの形状が時間の経過に伴い変化したり、レチクルRが照明光を吸収して膨張する等によって再計測が必要な場合は、再び、ステップ304か305に戻り面形状の測定をし直すことが望ましい。更に、これまでの説明では、レチクルRの形状変化のみを考慮していたが、レチクルステージRSTの位置によりレチクルステージRSTの姿勢が変化してレチクルRの姿勢も変化する恐れもある。この場合、レチクルRによらず、装置固有の問題であるので、投影露光装置毎に予めレチクルRの姿勢の変化量を測定しておき、その変化量の補正値をレチクルステージRSTの座標に応じた結像特性の補正値に組み込んで、レチクルの形状による補正成分に加算してやればよい。更に、レチクルステージRSTの走査速度、及び加速度に依存してレチクルステージRSTの姿勢が変わる場合も、同様に予め測定しておき補正することが望ましい。

【0053】また、上記の実施の形態では、面形状検出系30をレチクルステージRSTの底面側に配置しているが、面形状検出系30をレチクルRの斜め上方に配置してもよい。但し、レチクルRのパターン面は下面であるため、面形状検出系30をレチクルステージRSTの底面側に配置した方が、レチクルRの上面からの反射光の影響が少ない状態で高精度にパターン面の形状を検出できる。

【0054】更に、上記の実施の形態では投影光学系PL内のレンズの駆動、及びウエハステージWST上の試料台23の姿勢制御によって、結像特性の補正を行った

16

が、レチクルステージRST側に姿勢制御機構を設けて、面形状検出系30でレチクルのパターン面の位置のフィードバックを行いつつ、レチクルの姿勢制御を行ってもよい。この場合、面形状検出系30の計測点は1列ではなく、少なくとも平面を決定できるように1直線上に無い3点での位置を検出することが望ましい。

【0055】なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

10 【0056】

【発明の効果】本発明の走査型露光方法によれば、走査露光前にマスクのパターン面の形状を計測し、走査露光時にパターン面の計測結果に基づいて結像特性を補正するため、投影光学系とマスク側のステージとの間隔が非常に狭い場合でも、例えば投影光学系に対して走査方向に外れた位置にマスクのパターン面の形状を測定するためのセンサを容易に配置できる利点がある。従って、マスクの変形量を測定することによって、その変形に起因する結像特性の変化量を計算して補正を行うことが可能となる。

【0057】また、マスクのパターン面の形状計測を、マスクが助走開始位置にあるとき、又はマスクが助走位置にあるときに行う場合には、面形状測定用のセンサを確実に走査方向に外れた位置に配置できると共に、面形状計測用にマスクの移動ストロークを伸ばす必要がない。次に、本発明の走査型露光装置によれば、本発明の走査型露光方法が実施できる。このときに、マスクを移動するマスクステージにマスクのパターン面と実質的に同じ高さの基準面を形成しておき、その基準面を用いて形状測定系のキャリブレーションを行う場合には、その形状測定系の安定性が基準面を測定してからマスクを測定し終わるまでの短い時間しか要求されないため、その形状測定の計測値が経時変化する（安定性が悪い）場合でも、マスクの形状を高精度に測定し、その形状変化に起因する結像特性の変化量の補正を行うことができる。従って、形状計測系の構成を簡素化できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の一例で使用される投影露光装置を示す一部を切り欠いた構成図である。

40 【図2】図1中の面形状検出系30の構成を示す側面図である。

【図3】(a)は図1の基準部材10の評価用マークの配列を示す平面図、(b)は図1の基準マーク板22を示す平面図、(c)はその基準マーク板22の底部の検出系を示す断面図である。

【図4】レチクルRのパターン面の変形による像面の変化を示す説明図である。

【図5】基準部材10の基準面の位置を測定する場合の配置を簡略化して示す斜視図である。

50 【図6】レチクルのパターン面の形状を測定する場合の

17

18

配置を簡略化して示す斜視図である。

【図7】本発明の実施の形態において、レチクルの面形状による結像特性の変化に対する補正を行いつつ露光を行う場合の全体の動作の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

3 ターレット板
R レチクル
PL 投影光学系
W ウエハ
7 レチクルホルダ

10 基準部材

RST レチクルステージ

13 演算部

14 主制御系

15 結像特性制御部

19 駆動素子

22 基準マーク板

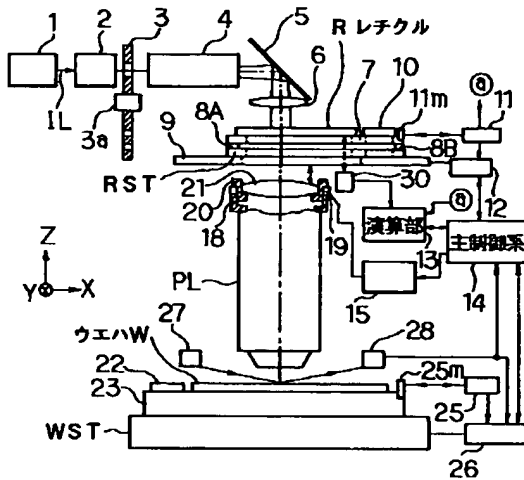
23 試料台

WST ウエハステージ

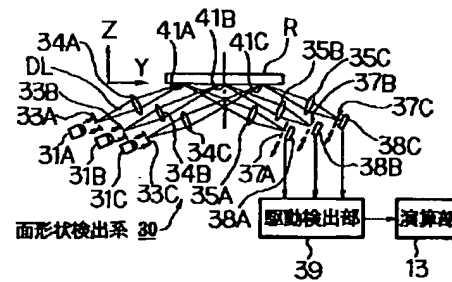
10 30 面形状検出系

41A, 41B, 41C 面形状検出系による計測点

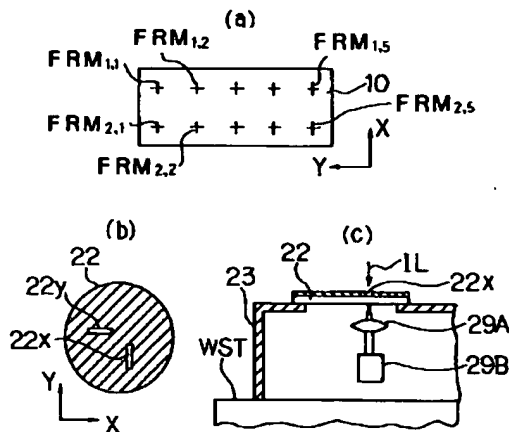
【図1】



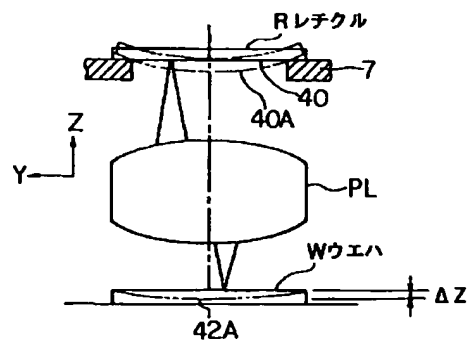
【図2】



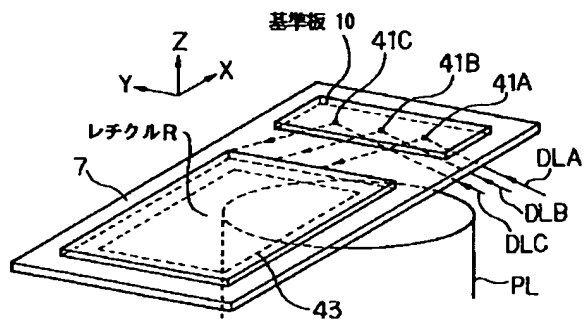
【図3】



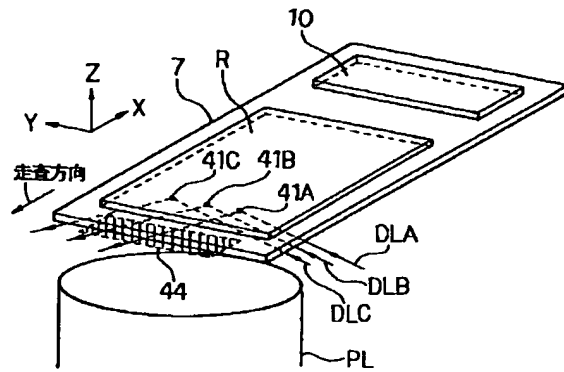
【図4】



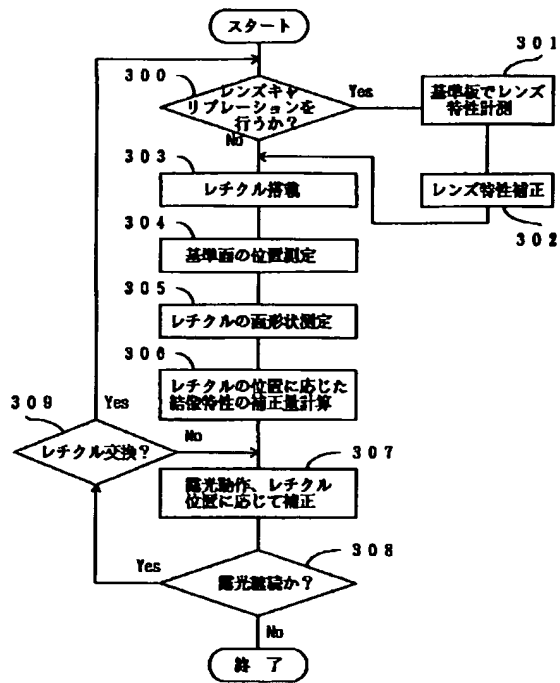
【図5】



【図6】



【図7】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-045846

(43)Date of publication of application : 16.02.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/207

(21)Application number : 09-199890

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 25.07.1997

(72)Inventor : TANIGUCHI TETSUO

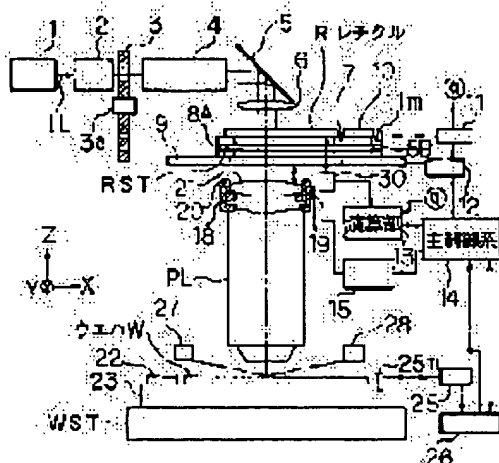
(54) SCANNING TYPE EXPOSURE METHOD AND ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain good imaging characteristic by measuring the shape of a pattern surface of a reticle, when a gap between a stage of the reticle side and a projection optical system is narrow.

SOLUTION: In the state that a part of a pattern of a reticle R is projected on a wafer W via a projecting optical system PL under illumination light for exposing, the reticle R and the wafer W are synchronously scanned with respect to the projection optical system PL, and exposure is performed. A surface shape detecting system 30 is arranged at a position which is deviated from the scanning direction to a space between the projecting optical system PL and a reticle stage RST, and the surface shape of a pattern surface of the reticle

R is measured via the surface shape detecting system 30 during the approach-rum period of scanning exposure and the like. The changing amount of imagery characteristics like an image surface position is calculated from the result of the measurement, and imagery characteristics of the projection optical system PL or focus position of the wafer W is so controlled that the changing amount is corrected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the scanned type exposure method which imprints the pattern of the aforementioned mask on the aforementioned substrate through a projection optical system by moving a mask and a substrate synchronously Before carrying out scanning exposure of the aforementioned substrate by the pattern image of the aforementioned mask, the configuration of the pattern side of the aforementioned mask is measured. the time of scanning exposure -- the measurement result of the aforementioned pattern side -- being based -- at least one side of the position of the image formation property of the aforementioned projection optical system, and the aforementioned substrate -- an amendment -- the scanned type exposure method characterized by things

[Claim 2] The shape measurement of the pattern side of the aforementioned mask is the scanned type exposure method according to claim 1 characterized by being carried out when the aforementioned mask is in a run-up starting position, or when the aforementioned mask is in a run-up position.

[Claim 3] The scanned type aligner which imprints the pattern of the aforementioned mask on the aforementioned substrate through a projection optical system by moving synchronously the mask and substrate which are characterized by providing the following. Configuration system of measurement which has a detecting point on the outside of the imprint object domain by the aforementioned projection optical system, and measures the configuration of the pattern side of the aforementioned mask. It is based on the measurement result of this configuration system of measurement, and is an amendment amendment system at least about one side of the position of the image formation property of the aforementioned projection optical system, and the aforementioned substrate.

[Claim 4] The scanned type aligner according to claim 3 characterized by forming the datum level of the same height in the mask stage which moves the aforementioned mask substantially with the pattern side of the aforementioned mask, and performing the calibration of the aforementioned configuration system of measurement using this datum level.

[Claim 5] The shape measurement of the pattern side of the aforementioned mask is the claim 3 characterized by being carried out when the aforementioned mask is in a run-up starting position, or when the aforementioned mask is in a run-up position, or a scanned type aligner given in four.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] the lithography for this invention manufacturing a semiconductor device, a liquid crystal display element, or the thin film magnetic head -- it is in process and is related with the scanned type exposure method and equipments, such as step - exposed by carrying out the synchronous scan of a mask and the substrate in more detail, and - scanning method, about the exposure method and aligner which are used in order to imprint the image of a mask pattern on a substrate

[0002]

[Description of the Prior Art] In case a semiconductor device etc. is manufactured, a scanning exposure type projection aligner (scanned type aligner) like step - and - scanning method is also being used besides a package exposure type projection aligner like a stepper. In the projection optical system of this kind of projection aligner, since the resolution near a limitation is called for, the factors (for example, atmospheric pressure, environmental temperature, etc.) which influence resolution are measured, and it has the amendment mechanism in the image formation property according to the measurement result. Moreover, the numerical aperture of a projection optical system is set up greatly, and since the depth of focus is quite shallow as the result, the focal position (position of the direction of an optical axis of a projection optical system) of the irregularity of the front face of the wafer as a substrate is measured by the focal position detection system (AF sensor) of an oblique incidence method and it has the autofocus mechanism in which the front face of a wafer is doubled with the image surface of a projection optical system based on this measurement result to heighten resolution.

[0003] Recent years come and it is becoming impossible however, to also disregard gradually the image formation error by deformation of the reticle as a mask. namely, -- temporary -- the pattern side of a reticle -- about -- if the focal position of a wafer is the same since the average position of the image surface also falls when it bends in Mr. one at a projection-optical-system side, defocusing occurs. Moreover, if the pattern side of a reticle deforms, the position of a direction perpendicular to the optical axis of the projection optical system of the pattern on the pattern side may also change, and the strike slip of such a pattern will cause a distortion error.

[0004] If deformation of such a reticle is classified according to a factor, it bends, and in case [in which it is based on a (b) self-weight] adsorption maintenance of the deformation at the time of polish of the glass substrate of a (b) reticle itself and the (c) reticle is carried out forcibly at a reticle holder, the deformation generated according to the flatness of both contact surface can be considered. Since it differs for every reticle holder of an aligner further for every reticle, in order to measure the deformation of a reticle correctly, the state of such deformation of a reticle actually needs to measure a reticle to the reticle holder of a projection aligner, where adsorption maintenance is carried out.

[0005] Thus, how to perform a test print to a reticle holder through a projection optical system first as a method of measuring the deformation of the pattern side of the reticle by which adsorption maintenance was carried out can be considered. That is, the image of two or more predetermined patterns formed in

the pattern side is projected on the wafer for evaluation through a projection optical system, the projection is repeated, changing the focal position of a wafer gradually further, and it asks for the best focus position of the image of each pattern from the conditions to which the contrast of the resist pattern image after development becomes the highest. At this time, the deformation of the pattern side is computable on a fixed quantity target a certain grade from the amount of gaps of these best focus positions.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to obtain a higher image formation performance in a projection aligner like the above, it is desirable for not only a wafer but a reticle side to measure the configuration of a pattern side. However, the method of performing a test print reduces the throughput of an exposure process while requiring time. Furthermore, since the pattern for an imprint is formed in the reticle for real exposure, the test printing method is inapplicable. Then, in order to measure the field configuration of a reticle quickly, it is possible to arrange AF sensor of the oblique incidence method for detecting the focal position of a wafer, and the same position sensor also to a reticle-stage side.

[0007] In this case, since the pattern side of a reticle is an inferior surface of tongue, i.e., the field by the side of a projection optical system, the position sensor of the oblique incidence method can consider arranging to the space between a reticle stage and a projection optical system, or its near. However, a protection-against-dust film (pellicle) may be stretched by the reticle through a metal frame so that a foreign matter may not adhere to a pattern side. In this case, for a certain reason, the restrictions oblique incidence light is made not to be interrupted by whose metal frame of the cannot irradiate detection light at a not much shallow angle (big incident angle) from the position sensor in the pattern side of a reticle, either.

[0008] Moreover, especially in a scanned type aligner, since a reticle stage needs to maintain sufficient rigidity so that it may not deform, even if it receives stress at the time of the acceleration and deceleration for a synchronous scan, a reticle stage takes the composition equipped with thickness sufficient to the limitation of almost contacting a projection optical system, in many cases. Furthermore, the space between a projection optical system and a reticle tends to decrease increasingly as a projection optical system high-degree-of-accuracy-izes, since the one where the space between a reticle and a projection optical system is narrower is easy for the design of a projection optical system. Therefore, there is un-arranging [that it is difficult to arrange the position sensor for reticles between a projection optical system and a reticle].

[0009] Moreover, very high stability is required of the position sensor for reticles. When this has aging in the measurement value of the position sensor, it is because the image formation property which it was judged with that from which the field configuration of a reticle changed, and was mistaken will be amended. this invention aims at offering the scanned type exposure method that can measure the configuration of the pattern side, as a result a good image formation property is acquired, even when it is difficult to install the sensor for the space between the stage by the side of a reticle and a projection optical system being narrow, and measuring the configuration of the pattern side of a reticle to the space in view of this point. Furthermore, this invention aims also at offering the scanned type aligner which can enforce such a scanned type exposure method.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The scanned type exposure method by this invention a mask (R) and a substrate (W) by moving synchronously In the scanned type exposure method which imprints the pattern of the mask on the substrate through a projection optical system (PL) Before carrying out scanning exposure of the substrate by the pattern image of the mask, the configuration of the pattern side of a mask (R) is measured, and based on the measurement result of the pattern side, it is an amendment thing in either [at least] the image formation property of a projection optical system (PL), or the position of a substrate (W) at the time of scanning exposure.

[0011] Since what is necessary is according to this this invention just to be able to measure the configuration of the pattern side of a mask when a part of pattern side [at least] of a mask is located in the outside of the imprint object domain by the projection optical system, for example, the sensor for the

shape measurements of a mask (30) can be arranged in the position left to the scanning direction to the projection optical system. Therefore, even when the space between a projection optical system and the stage by the side of a mask is narrow, the sensor (30) can be installed easily and the deformation (the amount of bending) of a mask can be measured using this. this deformation -- responding -- the distortion of a projection optical system, or the focal position of a substrate -- an amendment -- a good image formation property is acquired by things

[0012] Moreover, as for the shape measurement of the pattern side of a mask (R), it is desirable to be carried out, when the mask is in a run-up starting position, or when the mask is in a run-up position. Namely, when the pattern side of a mask is located, for example after exchange of a mask in a run-up starting position or the run-up section, once it measures the field configuration, it can amend at the time of subsequent exposure. Moreover, if a field configuration is measurable in a run-up position, it is not necessary to lengthen the move stroke of a mask to field shape measurements. In addition, you may measure the field configuration of the mask at the time of the slowdown after a scanning exposure end, or a halt after a slowdown at the time of scanning exposure.

[0013] The scanned type aligner by this invention a mask (R) and a substrate (W) next, by moving synchronously In the scanned type aligner which imprints the pattern of the mask on the substrate through a projection optical system (PL) The configuration system of measurement which has a detecting point on the outside of the imprint object domain (44) by the projection optical system (PL), and measures the configuration of the pattern side of the mask (30), Based on the measurement result of this configuration system of measurement, it has an amendment amendment-system (15, 19, 23, 26) for either [at least] the image formation property of the projection optical system, or the position of the substrate.

[0014] According to the scanned type aligner of this this invention, configuration system of measurement (30) can be arranged in the position left to the scanning direction to the projection optical system, and the configuration of the pattern side of a mask can measure it easily by this configuration system of measurement. Moreover, the configuration of the whole surface of the pattern side of the mask is measurable by scanning a mask along with the configuration system of measurement. The scanning exposure method of this invention can be enforced by this.

[0015] In this case, it is desirable to form substantially the datum level (10) which performs the calibration of configuration system of measurement (30) with the pattern side of a mask (R) on the mask stage (7 RST) to which a mask (R) is moved at the same height. In case it measures using configuration system of measurement (30) at this time, after measuring the position of datum level (10) first, the field position of a mask (R) is measured on the basis of the measured value. That is, only short time after the stability of the measured value of configuration system of measurement (30) measures datum level (10) until it finishes measuring a mask (R) should be maintained by measuring the difference of datum level (10) and the field position of a mask (R). Therefore, even when the measured value of configuration system of measurement (30) carries out aging between predetermined times, it is possible to amend by measuring correctly change of the image formation property resulting from a mask configuration.

[0016] It is desirable to be carried out, when the shape measurement of the pattern side of the mask has the mask in a run-up starting position also in this case, or when the mask is in a run-up position.

[0017]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, with reference to a drawing, it explains per example of the form of operation of this invention. This example applies this invention, when exposing using the projection aligner of step - and - scanning method. Drawing 1 shows the projection aligner of this example, and incidence of the lighting light IL for exposure injected from the exposure light source 1 is carried out to the plastic surgery optical system 2 containing relay optical system, the fly eye lens for illumination-distribution equalization, etc. in this drawing 1. In addition, as a lighting light IL, the higher harmonic of excimer laser light, such as i line (wavelength of 365nm) of a mercury lamp, KrF (wavelength of 248nm), or ArF (wavelength of 193nm), or an YAG laser etc. can be used. The injection side of the plastic surgery optical system 2 is equivalent to the pupil position to the arrangement side of the reticle for an imprint, and the turret board 3 with which the various aperture diaphragms for

changing the lighting conditions over a reticle have been arranged is installed in the injection side. Adjustable circular drawing which can change the coherence factor (sigma value) of the usual circular drawing and an illumination system, **** drawing for **** lighting, drawing with which it was quadrisedected for deformation lighting are arranged, and a desired aperture diaphragm can be chosen as the periphery of the turret board 3 by rotating the turret board 3 by drive-motor 3a.

[0018] The lighting light IL which passed one aperture diaphragm in the turret board 3 illuminates the lighting field of the shape of a slit of the pattern side (inferior surface of tongue) of Reticle R through the optical system 4 which contains a field diaphragm (reticle blind) etc. further, the mirror 5 for optical-path bending, and a condensing lens 6. the image of the pattern in the lighting field of Reticle R -- a both-sides tele cent -- it is reduced through the rucksack projection optical system PL for the projection scale factor beta (beta is 1/4 time or 1/5 time), and is projected on the exposure field of the shape of a slit on the wafer W with which the photoresist was applied The Z-axis is taken in parallel with the optical axis AX of a projection optical system PL hereafter, the X-axis is taken along with the reticle R at the time of scanning exposure, and the scanning direction (namely, direction parallel to the space of drawing 1) of Wafer W within a flat surface perpendicular to the Z-axis, and a Y-axis is taken and explained along with the non-scanning direction (namely, direction perpendicular to the space of drawing 1) which intersects perpendicularly with a scanning direction.

[0019] Reticle R is held by vacuum adsorption on a reticle holder 7 by four-point support as an example. Two ribs 8A and 8B are fixed in parallel so that rigidity may be raised to the pars basilaris ossis occipitalis of a reticle holder 7 equal to high-speed movement. These ribs 8A and 8B are fixed on a reticle stage RST, and a reticle stage RST is moved slightly to the direction of X, the direction of Y, and a hand of cut while it carries out continuation movement in the direction of Y by the linear motor on the reticle base 9. The two-dimensional position of a reticle holder 7 (reticle R) is measured, and the reticle-stage drive system 12 controls operation of a reticle stage RST by 11m of move mirrors fixed to the upper limit of a reticle holder 7, and the external laser interferometer 11 based on the control information from this measurement value and the main-control system 14 which carries out control control of the operation of the whole equipment.

[0020] moreover, the criteria which become the field which adjoins Reticle R in the direction of X on a reticle stage RST from a glass substrate with good flatness at the bottom (it is hereafter called "datum level") -- the member 10 is being fixed criteria -- the datum level of a member 10 is on a design, and is set as the same height as the pattern side of Reticle R, and it is the almost same size as the lighting field of the shape of a slit over Reticle R, and the mark for evaluation for measuring image formation properties, such as distortion of a projection optical system PL and the image surface, is formed in the datum level

[0021] drawing 3 (a) -- criteria -- the plan showing a member 10 -- it is -- this drawing 3 (a) -- setting -- criteria -- the datum level (base) of a member 10 -- for example; the mark 1 and FRMs 1 for evaluation of the cross-joint type [direction / of X] in two trains, --, FRMs 1 and 5 and FRMs 2 and 1, --, FRMs 2 and 5 It is formed. In addition, you may form each mark for evaluation from two line - and - space patterns with which the array direction intersects perpendicularly that what is necessary is just a two-dimensional mark. Moreover, what is necessary is to just be distributed over the whole datum level almost equally also about the array. this example -- criteria -- by using a member 10, without changing the reticle R for real exposure into a test reticle, it is constituted so that an image formation property can be evaluated efficiently this example -- further -- the criteria -- the datum level of a member 10 is used for the calibration of the detection system for measuring the configuration of the pattern side of the below-mentioned reticle R

[0022] It returns to drawing 1 , and adsorption maintenance of the wafer W is carried out on a non-illustrated wafer electrode holder, this wafer electrode holder is fixed on the sample base 23, and the sample base 23 is being fixed on the wafer stage WST. The sample base 23 performs the focal position (position of a Z direction) of Wafer W, and control of a tilt angle, and the wafer stage WST carries out step movement of the sample base 23 in the direction of X, and the direction of Y while carrying out continuation movement of the sample base 23 in the direction of X for example, by the linear motor

method. The two-dimensional position of the sample base 23 (wafer W) is measured, and the wafer stage drive system 26 controls operation of the wafer stage WST by 25m of move mirrors fixed to the upper limit of the sample base 23, and the external laser interferometer 25 based on this measurement value and the control information from the main-control system 14.

[0023] Synchronizing with Reticle R being scanned at speed VR in the direction of +X (or the direction of -X) through a reticle stage RST to a projection optical system PL at the time of scanning exposure, the sample base 23 (wafer W) is scanned by speed beta-VR (beta is a projection scale factor) in the direction of -X (or the direction of +X) through the wafer stage WST. And after the exposure to one shot field is completed, the next shot field moves to a scanning starting position, and exposure to each shot field is performed below by stepping of the wafer stage WST one by one by step - and - scanning method.

[0024] Moreover, in order to double the front face of Wafer W with the image surface of a projection optical system PL by the autofocus method at the time of scanning exposure, the slit image is aslant projected on two or more measure points of the front face of Wafer W from the incident-light study system 27 of the side lower part of a projection optical system PL. Those measure points are arranged also in the read-ahead field of a near side to the inside of a slit-like exposure field, and this exposure field at the scanning direction. And in the light-receiving optical system 28 arranged symmetrically with the incident-light study system 27, the reflected light from the front face of Wafer W is received, re-image formation of those slit images is carried out, the focal signal corresponding to those amounts of strike slips is generated, and the main-control system 14 and the wafer stage drive system 26 are supplied. The focal position detection system (it is hereafter called "the AF sensors 27 and 28") of an oblique incidence method consists of an incident-light study system 27 and light-receiving optical system 28. If the focal position of Wafer W changes, since the amount of strike slips of those slit images will also change, the focal position in the measure point which corresponds from those focal signals can be detected, and the position of the Z direction of the sample base 23 and a tilt angle are controlled by the servo system at the wafer stage drive system 26 to agree in the image surface position where the measured focal position is measured beforehand.

[0025] Furthermore, the amendment mechanism of an image formation property is included in the projection optical system PL of this example. That is, the lens frame 20 with which a lens 21 is contained through three driver elements 19 which consist of elastic piezo-electric elements etc. on the lens-barrel 18 of the main part of a projection optical system PL is arranged. And when the main-control system 14 controls the amount of expansion and contraction of a driver element 19 through the image formation property control section 15 and tunes the position and tilt angle of a lens 21 finely, it is constituted so that a predetermined distortion (a scale-factor error is included) of a projection optical system PL etc. can be amended in the predetermined range. in addition, the thing for which two or more predetermined lenses in a projection optical system PL are driven although this example shows the example which drives only one lens -- the image formation properties (for example, a curvature of field, comatic aberration, etc.) of other plurality further -- an amendment -- things are desirable

[0026] Usually, when performing exposure continuously, it is known that the image formation properties (position of distortion and the image surface etc.) of a projection optical system PL will change with the atmospheric pressure change around an aligner, change of environmental temperature, accumulation of the heat energy of the exposure light in a projection optical system PL, etc. gradually. Then, the sensor which measures atmospheric pressure etc. in the main-control system 14 of this example (un-illustrating), And the detecting signal from the sensor (un-illustrating) which carries out the monitor of the quantity of light of the flux of light which branched from the lighting light IL continuously is supplied. By the main-control system 14, the variation of an image formation property is predicted from those detecting signals, and the image formation property of a projection optical system PL is amended through the drive (namely, amendment mechanism of the amount of defocusing) to the Z direction of the image formation property control section 15 or the sample base 23 so that this variation may be offset. In this example, the error of the image formation property resulting from deformation of Reticle R is also amended by using the image formation property control section 15 and the sample base

23.

[0027] Moreover, the reference-mark board 22 is being fixed near the wafer W on the sample base 23. The front face of the reference-mark board 22 is held at the same height as the front face of Wafer W, and into the shading film of the front face of the reference-mark board 22, as shown in drawing 3 (b), slit 22x extended in the direction of Y for image formation property measurement of the position of distortion and the image surface etc. and slit 22y extended in the direction of X are formed.

[0028] Drawing 3 (c) shows the detection system prepared in the interior of the sample base 23 of the pars basilaris ossis occipitalis of the reference-mark board 22, and the lighting light IL for exposure which passed slit 22x in this drawing 3 (c) Light is received by photodetector 29B through condenser lens 29A in the sample base 23, a photodetector is fixed also like the pars basilaris ossis occipitalis of slit 22y of drawing 3 (b), and the detecting signal of these photodetectors is supplied to the signal-processing section of the main-control system 14 of drawing 1. (In this case, drawing 3 (a) FRMs, for example, the mark for evaluation, 1 and 1 It is the mark 1 and FRMs 1 for evaluation at slit 22x of the reference-mark board 22 by driving the wafer stage WST, in order to detect the X coordinate (distortion) of a projection image. As a projection image is crossed, the detecting signal of photodetector 29B is made to correspond to the X coordinate of the sample base 23, and is sampled.) Then, it is the mark 1 and FRMs 1 for evaluation as a coordinate of the middle point of the slicing point when making the detecting signal binary by the predetermined threshold, for example. An X coordinate is detectable. It is the mark 1 and FRMs 1 for evaluation by similarly using slit 22y. A Y coordinate is detectable.

[0029] Moreover, mark 1 and FRMs 1 for evaluation What is necessary is to change the focal position of the reference-mark board 22 the amount of predetermined steps every through the drive to the Z direction in the sample base 23, and just to detect the contrast of the detecting signal obtained when a projection image is scanned by slit 22x, respectively, in order to detect the position (best focus position) of the image surface of a projection image. In this case, the focal position of the reference-mark board 22 in case contrast becomes the highest turns into a best focus position of the projection image. By detecting the best focus position of the mark for evaluation of various image quantities, the image surface is also detectable.

[0030] In addition, the sensor which picturizes the sensor which detects the projection image other than the sensor which detects a projection image through such a slit, or its projection image with image pick-up elements, such as a CCD type, through relay optical system through knife edge can be used. Next, it explains per mechanism for measuring the deformation of Reticle R. In the projection aligner of drawing 1, since the ribs 8A and 8B for raising rigidity to a reticle holder 7 are formed and the drive of a lens is formed in the upper-limit section of a projection optical system PL, the space between the reticle base 9 (reticle stage RST) and a projection optical system PL is quite narrow. Then, in this example, the field configuration detection system 30 for detecting field configurations, such as flatness of the pattern side of Reticle R and a tilt angle, to the base side of a reticle stage RST is arranged in the field from which it separated in the scanning direction to the space between a reticle stage RST and a projection optical system PL.

[0031] After loading each reticle to up to a reticle holder 7, the configuration of a pattern side is measured at once, respectively, and it is made to memorize the configuration in the projection aligner of this example. Therefore, it is not necessary to measure the configuration of a reticle, and during the scanning exposure which irradiates the lighting light IL for exposure, during scanning exposure, the configuration of the pattern side memorized according to the X coordinate of a reticle stage RST is called, and change of an image formation property can be amended based on the configuration. Thus, since there is no need of measuring the configuration of Reticle R on the optical axis AX of a projection optical system PL, even if it does not arrange the field configuration detection system 30 to the narrow space between a reticle stage RST and a projection optical system PL, it has ended.

[0032] As drawing 2 is the side elevation which looked at the field configuration detection system 30 of drawing 1 in the direction of -X (scanning direction) and it is shown in this drawing 2 The detection light DL injected from the three light sources 31A-31C which consist of light emitting diodes or halogen lamps The detection light DL which passed the slit which illuminated the slit boards 33A-33C,

respectively, and was formed in the slit boards 33A-33C. A slit image is projected on the pattern side of Reticle R, and the measure points 41A-41C mostly arranged by the single tier in the direction of Y in the same side through objective lenses 34A-34C, respectively. These measure points 41A-41C are set to the outside of the imprint object domain (projection visual field by the side of Reticle R) of a projection optical system PL about the move direction of Reticle R. The detection light DL reflected in measure points 41A-41C carries out re-image formation of the slit image on opening of the vibrating-slit boards 37A-37C through objective lenses 35A-35C, respectively. The vibrating-slit boards 37A-37C carry out incidence of the detection light DL which vibrated in the direction of one dimension through non-illustrated vibrator by the drive detecting element 39, and passed each opening of the vibrating-slit boards 37A-37C to the corresponding photodetectors 38A-38C, and the detecting signal of Photodetectors 38A-38C is supplied to the drive detecting element 39. Therefore, the field configuration detection system 30 of this example has composition which has arranged the position detection system of an oblique incidence method to three-piece parallel.

[0033] In this case, if the position of the Z direction of the measure points 41A-41C of the pattern side of Reticle R changes, the position of the slit image by which re-image formation is carried out on vibrating-slit board 37A - 37C will carry out a strike slip in the oscillating direction. Then, in the drive detecting element 39, by detecting synchronously the detecting signal of Photodetectors 38A-38C by the driving signal of vibrator, the position of the Z direction of measure points 41A-41C is detected with the resolution of about 100nm, and a detection result is supplied to the operation part 13 of drawing 1. The X coordinate of the reticle stage RST (reticle R) measured with a laser interferometer 11 and the Y coordinate are also supplied to operation part 13. The position of the Z direction in measure points 41A-41C shows the field configuration to the non-scanning direction of a pattern side in case Reticle R is in the X coordinate. and the thing for which a reticle stage RST is moved in the direction of X in drawing 1 in the upper part of the field configuration detection system 30 -- the whole surface of the pattern side of Reticle R, and criteria -- it is constituted so that the position of the Z direction of the whole surface of the datum level of a member 10 can be detected by the field configuration detection system 30

[0034] In addition, what is necessary is to increase the number of the detection system of an oblique incidence method, and just to increase the number of the measure point, when finer positional information is required, although the position of the Z direction of three measure points on the pattern side of Reticle R is detected in this example. Next, it explains per calibration (proofreading) method of the measurement value of the field configuration detection system 30 of this example. The field configuration detection system 30 measures the relative position to the projection optical system PL of Reticle R, and since it is used for evaluating the influence on an image formation property, if the measurement value is not stabilized, an image formation property will become unstable. However, the field configuration detection system 30 is a sensor of which a very high precision of about 100nm is required, it is very difficult to maintain the stability in the level at a long period of time, and it leads also to the rise of a manufacturing cost. then, the criteria for image formation property measurement established on the reticle holder 7 -- the field configuration detection system 30 is proofread using the datum level of a member 10. Since the image surface is also detectable with the projection image of the mark for evaluation of the datum level, while doubling the front face of Wafer W with the image surface, the focus state of the pattern side of Reticle R and the front face of Wafer W can be maintained by proofreading so that the measurement value of the field configuration detection system 30 may turn into a reference value (for example, 0) to the position of the datum level at that time.

[0035] if this is explained concretely -- drawing 1 -- setting -- a reticle stage RST -- driving -- criteria -- a member 10 -- the lighting field of the lighting light IL for exposure -- moving -- criteria -- the lighting light IL is irradiated at a member 10. In this case, the reticle R for real exposure may be laid on the reticle holder 7. and the criteria shown in drawing 3 (a) -- the mark 1 and FRMs 1 for evaluation of a member 10 - FRMs 2 and 5. An image is projected on the wafer stage WST side through a projection optical system PL. Then, changing the focal position of the reference-mark board 22 as mentioned above, the image of the mark for evaluation of predetermined plurality (three or more pieces) is scanned by slit 22x (refer to drawing 3 (c)), it asks for the best focus position of each image from the contrast of

a detecting signal, and the optimal image surface (mating face) is determined by the least squares method from these best focus positions.

[0036] Moreover, in case the focal position of the reference-mark board 22 is changed such, the main-control system 14 detects the focal signal in the measure point near the image of the mark for evaluation of these plurality by the AF sensors 27 and 28 of an oblique incidence method, and searches for the focal signal in the best focus position of the image of these plurality. Furthermore, the main-control system 14 searches for the focal signal of each measure point of the AF sensors 27 and 28 on the optimal image surface as offset, and supplies these offset to the wafer stage drive system 26. In addition, you may shift the position of the slit image by which re-image formation is carried out within the incident angle of the detection light from the irradiation optical system 27, or the light-receiving optical system 28 instead of supplying offset of a focal signal so that the offset may be offset.

[0037] Then, the wafer stage drive system 26 controls the focal position of the sample base 23, and a tilt angle by the state where the front face of Wafer W is located to an exposure field at the time of exposure so that the value which deducted the offset is set to 0 from the focal signal supplied from the AF sensors 27 and 28, respectively. this -- the front face of Wafer W -- criteria -- it comes to double with the flat surface which approximates the image surface by the projection optical system PL of the datum level of a member 10, i.e., the optimal image surface, (mating face) correctly

[0038] thus, criteria -- immediately after measuring the optimal image surface using a member 10 (***** just before measuring), it is shown in drawing 5 -- as -- criteria -- the datum level of a member 10 is moved to the detection field of the field configuration detection system 30, and a field position is measured As opposed to three measure points 41A-41C of the center of the direction of X of the datum level (undersurface) of a member 10 drawing 5 -- setting -- criteria -- a member 10 -- a projection optical system PL -- receiving -- the direction side of +X -- moving -- **** -- criteria -- It is projected on detection light DLA-DLC from the light sources 31A-31C of the field configuration detection system 30 of drawing 2, respectively, and they are the positions ZA0, ZB0, and ZC0 of the Z direction in measure points 41A-41C at the operation part 13 of drawing 1. It is detected. Next, as shown in drawing 6, a part of pattern side of the reticle R for real exposure is moved to the detection field of the field configuration detection system 30, and the field position of the pattern side is measured. here -- as an example -- the configuration of the pattern side of Reticle R -- a scanning direction -- about -- as what is deforming into Mr. one, in order to perform scanning exposure to the 1st shot field on a wafer, Reticle R shall measure the field position in the state where it stopped to the run-up starting position (acceleration starting position)

[0039] In drawing 6, Reticle R is moving to the direction side of +X to a projection optical system PL, and Reticle R is located in the direction side of +X of the lighting field 44 by the lighting light for exposure. It is the X coordinate of the reticle stage RST at this time x_1 It carries out. Although the configuration of the lighting field 44 is set up by the field diaphragm in the optical system 4 of drawing 1, in the state of drawing 6, lighting light is not irradiated yet by the lighting field 44. And if exposure is started, a run-up is started in the direction of -X, after reaching a predetermined scan speed and taking the synchronization with Wafer W, the edge of the pattern space of Reticle R goes into the lighting field 44, irradiation (scanning exposure) of lighting light is started, after the pattern space passes through the lighting field 44, the slowdown of Reticle R will be started, and Reticle R will stop Reticle R. Then, at the time of the exposure to the next shot field, Reticle R is scanned in the direction of +X to the lighting field 44, and Reticle R is henceforth scanned by the opposite direction by turns.

[0040] In this example, in the run-up starting position (the X coordinate of a reticle stage RST is x_1) of Reticle R shown in drawing 6 As opposed to three measure points 41A-41C of the edge of the pattern side of Reticle R It is projected on detection light DLA-DLC from the light sources 31A-31C of the field configuration detection system 30 of drawing 2, and the positions ZA (x_1), ZB (x_1), and ZC (x_1) of the Z direction in measure points 41A-41C are detected by the operation part 13 of drawing 1. then, the operation part 13 -- the criteria from the position of the Z direction of the pattern side of Reticle R -- the position of the Z direction of the datum level of a member 10 is deducted, it asks for Difference delta ZA (x_1), delta ZB (x_1), and delta ZC (x_1), and such difference is supplied to the main-control system 14

as a position of the Z direction of the pattern side By the main-control system 14, the variation of the position of the image surface of the projection optical system PL to the mating face of the wafer W determined previously is computed from the positions $\Delta Z_A(x1)$, $\Delta Z_B(x1)$, and $\Delta Z_C(x1)$ of the supplied Z direction.

[0041] Drawing 4 shows an example of deformation of the pattern side of Reticle R, and this drawing 4 is drawing which looked at Reticle R in the direction of +X (scanning direction). In this case, the pattern side 40 of Reticle R where the solid line was held on the reticle holder 7 shows the state where it has agreed by agreeing in datum level in the image surface according [the front face of Wafer W] to the projection optical system PL of the pattern side 40, and the two-dot chain line shows pattern side 40A in the state where Reticle R was bent by the self-weight. The amount of bending from the datum level of this pattern side 40A is expressed by the positions $\Delta Z_A(x1)$, $\Delta Z_B(x1)$, and $\Delta Z_C(x1)$ of the above-mentioned Z direction. Then, the main-control system 14 computes the variation of image surface 42A by the projection optical system PL to pattern side 40A from the projection scale factor beta of a projection optical system PL, and the position of the Z direction. Since variation ΔZ of the amount of curvatures of field and the average focal position of image surface 42A is computed by this, by it, the curvature of field is first amended through the image formation property control section 15 of drawing 1 by the main-control system 14. However, the curvature of field is also made into a certain thing changed a grade by control of a driver element 19 here. In this case, variation $\Delta Z'$ of the focal position which remains by the main-control system 14 since an average focal position also changes is computed, and it is the desired value of the focal position of the front face of Wafer W to the wafer stage control system 26. - Only $\Delta Z'$ is changed. The curvature of field by bending and defocusing of the pattern side of Reticle R are amended by this, and the front face of Wafer W doubles with the actual image surface to the pattern side of Reticle R with high precision.

[0042] In addition, when distortion also changes with deformation of the pattern side of Reticle R, amendment of the distortion is also performed through the image formation property control section 15. Furthermore, it is desirable to detect the position Z_A of a Z direction (x_i), $Z_B(x_i)$, and $Z_C(x_i)$ through the field configuration detection system 30 in three measure points of the pattern side of Reticle R, whenever the X coordinate of a reticle stage RST carries out specified quantity change and is set to x_i ($i=2, 3, \dots$), when the deformation of the pattern side of Reticle R changes greatly with positions of a scanning direction, and to ask for the difference from the position of datum level, And the average field of the whole pattern side is determined, and although it is good also considering the image surface of this average field as a mating face of Wafer W, you may make it change the amounts of amendments, such as a curvature of field by the image formation property control section 15, and the amount of amendments of the desired value of a focal position with the sample base 23 according to the X coordinate of a reticle stage RST.

[0043] according to this example as mentioned above -- a projection optical system PL -- minding -- criteria -- after determining the image surface of the datum level of a member 10, the amount of position gaps to the Z direction of the pattern side of the reticle R to the datum level is measured extremely for a short time Therefore, even when the measurement value of the field configuration detection system 30 carries out aging gradually, the position of the pattern side of the reticle R can be measured stably and with high precision, without being influenced of the aging. Therefore, a sensor cheap as a field configuration detection system 30 can be used.

[0044] In addition, you may be made to perform measurement by the field configuration detection system 30 of the configuration of the pattern side of Reticle R at the time of the slowdown at the time of the scanning exposure end of Reticle R, or a halt after a scanning exposure end etc. Next, the deformation of the pattern side of Reticle R is measured by the projection aligner of this example, and with reference to the flow chart of drawing 7, it explains per example of operation in the whole case of exposing, amending an image formation property. First, an operator judges whether it performs, the calibration, i.e., so-called lens calibration, of an image formation property of a projection optical system PL, at Step 300 of drawing 7. A lens calibration is performed by the stability of the image formation property of a projection optical system PL if needed. when a lens calibration was performed, it

progressed to Step 301, and with reference to drawing 3, it explained under control of the main-control system 14 -- as -- criteria -- the step 302 after measuring the image formation property (distortion and image surface) of a projection optical system PL using the mark for evaluation of a member 10 -- shifting -- the main-control system 14 -- criteria -- an image formation property is amended so that it may become the optimal to the datum level of a member 10

[0045] Next, when not performing a lens calibration at Step 300 after a lens calibration is completed or, it shifts to the direct step 303, and the reticle (it considers as Reticle R) actually used for exposure of a circuit pattern is laid on the reticle holder 7 of drawing 1, and adsorption maintenance is carried out. next, it progresses to Step 304 and is shown in drawing 5 -- as -- criteria -- measure point 41A - 41 according center of direction of X of member 10 to field configuration detection system 30 C top -- moving -- the field configuration detection system 30 -- criteria -- the position (position of the optical-axis AX direction) of the Z direction of the datum level of a member 10 is measured, and this measured value is memorized to operation part 13 as a reference value of the field configuration detection system 30 criteria -- since the width of face of the scanning direction of a member 10 is narrow to a lighting field grade, the error by the position of a scanning direction is considered to be the grade which can be disregarded in order [however,] to raise the position precision of datum level more -- criteria -- the position of the scanning direction of a member 10 may be changed, position measurement of a multiple-times Z direction may be performed through the field configuration detection system 30, and the average of a measurement value may be memorized as a reference value of the field configuration detection system 30

[0046] Next, it progresses to Step 305 and the configuration of the pattern side of the reticle R for real exposure is measured. Here, the position of the Z direction in three measure points of the non-scanning direction (the direction of Y) of the pattern side of Reticle R is measured through the field configuration detection system 30 at intervals of predetermined in the direction of X, moving Reticle R in the direction of X through a reticle stage RST based on the measurement value of a laser interferometer 11, as shown in drawing 1, if the configuration of the whole surface of the pattern side of Reticle R shall be measured, in order to raise measurement precision. And in the operation part 13 of drawing 1, the difference which deducts the reference value memorized at Step 304, and is obtained from each measurement value is supplied to the main-control system 14 as a position of the Z direction of the pattern side of Reticle R. The-like 3-dimensional field configuration of the pattern side is measured by this.

[0047] Next, it progresses to Step 306, and as explained with reference to drawing 4, the main-control system 14 calculates the variation of the image formation property generated by deformation to the datum level of the pattern side of Reticle R, and calculates the amount of amendments to it. By the scanning exposure method, since an exposure field is a slit-like, finer amendment is attained by changing the amount of amendments according to the position (X coordinate) of the scanning direction of a reticle stage RST. For example, when having caused the deformation which can twist Reticle R, as for determining the amount of amendments according to the X coordinate of a reticle stage RST, it is desirable to change the tilt angle of the front face of Wafer W according to the amount of torsion etc. Of course, the X coordinate of the reticle stage RST in this case takes into consideration the difference of a measuring point (position of the measure point of the field configuration detection system 30), and an exposure position (position of an optical axis AX).

[0048] Next, it progresses to Step 307 and goes into exposure operation for printing the circuit pattern of a semiconductor device on a wafer. That is, the wafer of one lot is loaded on the sample base 23 one by one, for example, and scanning exposure is performed to the shot field of each wafer. The main-control system 14 adds the amount of amendments for offsetting the amount of change of the image formation property by atmospheric pressure change and the lighting optical absorption of a projection optical system PL to the amount of amendments of the image formation property searched for at Step 306, and calculates the synthetic amount of amendments just before this scanning exposure. And the scanning exposure to the shot field concerned is made to perform, the main-control system 14 driving the image formation property control section 15 and the sample base 23 according to the X coordinate of a reticle

stage RST based on the synthetic amount of amendments, and amending an image formation property. [0049] For example, in performing exposure continuously after exposure operation to the wafer of one lot is completed, it judges whether operation shifts to Step 309 from Step 308, and exchanges reticles. Since it is not necessary to measure the configuration of a reticle again when exposing continuously by the same reticle, it returns to Step 307 and exposure operation is performed similarly. When exchanging reticles at Step 309, it returns to Step 300. In this case, what is necessary is to shift to the direct step 303 and just to perform it from loading of a reticle, since a change factor is only the field configuration of a reticle, if time has seldom passed from the calibration (lens calibration) of the image formation property of the last projection optical system PL. Furthermore, it is compared with time to carry out aging, and the measurement value of the field configuration detection system 30 can also omit position measurement of the datum level by the field configuration detection system 30 of Step 304, when the elapsed time of until is sufficiently short.

[0050] thus -- according to this example -- criteria, since the configuration of the pattern side of Reticle R was measured using the field configuration detection system 30 on the basis of the position of the datum level of a member 10 and the image formation property is amended according to a measurement result. Even when the measurement value of the field configuration detection system 30 carries out aging, the configuration of the pattern side can be measured with high precision, and it can expose in the state where it maintained with high precision in the state of a request of an image formation property as a result.

[0051] In addition, it is also possible to skip the measurement process of the field configuration of the reticle of Step 305, and to raise a throughput, when the reticle the measurement data of a dovetail-face configuration are remembered to be for having been before used as a reticle is used, and when the required accuracy of the exposure process is not so high. However, since it is also considered that the position of the reticle at the time of being carried in a reticle holder 7 with the positioning accuracy of a reticle loader changes delicately, and a foreign matter is inserted between a reticle holder 7 and a reticle even if it is the same reticle, measuring each time is desirable. Furthermore, it is desirable to emit warning to an operator and to stop exposure according to a foreign matter or the manufacture error of a reticle, even if it amends an image formation property when it is judged that a residuum is large, or when the amount of amendments is insufficient.

[0052] Moreover, although the configuration of Reticle R was the premise of maintaining the fixed configuration, and it was measured only once in this example when it carried Reticle R in equipment after it was carried in the reticle holder 7. It is desirable to return to Step 304 or 305 again by the configuration of Reticle R changing in connection with the passage of time, or Reticle R absorbing lighting light, and expanding etc., when re-measurement is required, and to do measurement of a field configuration again. Furthermore, in old explanation, although only configuration change of Reticle R was taken into consideration, there is also a possibility that the posture of a reticle stage RST may change with the positions of a reticle stage RST, and the posture of Reticle R may also change. In this case, what is necessary is not to be based on Reticle R, but to measure the variation of the posture of Reticle R beforehand for every projection aligner, to include the correction value of the variation in the correction value of the image formation property according to the coordinate of a reticle stage RST, and just to add to the amendment component by the configuration of a reticle, since it is a problem peculiar to equipment. Furthermore, the case where the posture of a reticle stage RST changes depending on the scan speed of a reticle stage RST, and acceleration -- the same -- beforehand -- measuring -- an amendment -- things are desirable.

[0053] Moreover, with the form of the above-mentioned operation, although the field configuration detection system 30 is arranged to the base side of a reticle stage RST, you may arrange the field configuration detection system 30 to the slanting upper part of Reticle R. However, since the pattern side of Reticle R is the undersurface, the direction which has arranged the field configuration detection system 30 to the base side of a reticle stage RST can detect the configuration of a pattern side with high precision in the state with little influence of the reflected light from the upper surface of Reticle R.

[0054] Furthermore, with the form of the above-mentioned operation, although the attitude control of the

drive of the lens in a projection optical system PL and the sample base 23 on the wafer stage WST amended the image formation property, you may perform attitude control of a reticle, preparing an attitude control mechanism in a reticle-stage RST side, and feeding back the position of the pattern side of a reticle by the field configuration detection system 30. In this case, as for the measure point of the field configuration detection system 30, it is desirable to detect not one train but the position in three points which are not on 1 straight line so that a flat surface can be determined at least.

[0055] In addition, of course, composition various in the range which this invention is not limited to the form of above-mentioned operation, and does not deviate from the summary of this invention can be taken.

[0056]

[Effect of the Invention] According to the scanned type exposure method of this invention, the configuration of the pattern side of a mask is measured before scanning exposure, and the advantage which can arrange easily the sensor for measuring the configuration of the pattern side of a mask is in the position which separated from the image formation property in the scanning direction, for example to the projection optical system based on the measurement result of a pattern side at the time of scanning exposure for the amendment reason even when the interval of a projection optical system and the stage by the side of a mask was very narrow. Therefore, it becomes possible by measuring the deformation of a mask to amend by calculating the variation of the image formation property resulting from the deformation.

[0057] Moreover, when a mask is in a run-up starting position, or when a mask is in a run-up position and it performs the shape measurement of the pattern side of a mask, while being able to arrange the sensor for field configuration measurement in the position from which it separated in the scanning direction certainly, it is not necessary to lengthen the move stroke of a mask to field shape measurements. Next, according to the scanned type aligner of this invention, the scanned type exposure method of this invention can be enforced. The datum level of the same height is substantially formed in the mask stage which moves a mask at this time with the pattern side of a mask. In performing the calibration of configuration system of measurement using the datum level Since only short time after the stability of the configuration system of measurement measures datum level until it finishes measuring a mask is required, Even when the measurement value of the configuration measurement carries out aging (stability is bad), the configuration of a mask can be measured with high precision and variation of the image formation property resulting from the configuration change can be amended. Therefore, the composition of a shape-measurement system can be simplified.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram which cut and lacked the part which shows the projection aligner used with an example of the gestalt of operation of this invention.

[Drawing 2] It is the side elevation showing the composition of the field configuration detection system 30 in drawing 1.

[Drawing 3] (a) -- the criteria of drawing 1 -- the plan showing the array of the mark for evaluation of a member 10, the plan in which (b) shows the reference-mark board 22 of drawing 1, and (c) are the cross sections showing the detection system of the pars basilaris ossis occipitalis of the reference-mark board 22

[Drawing 4] It is explanatory drawing showing change of the image surface by deformation of the pattern side of Reticle R.

[Drawing 5] criteria -- it is the perspective diagram simplifying and showing the arrangement in the case of measuring the position of the datum level of a member 10

[Drawing 6] It is the perspective diagram simplifying and showing the arrangement in the case of measuring the configuration of the pattern side of a reticle.

[Drawing 7] In the gestalt of operation of this invention, it is the flow chart which shows an example of operation in the whole case of exposing performing amendment to change of the image formation property by the field configuration of a reticle.

[Description of Notations]

3 Turret Board

R Reticle

PL Projection optical system

W Wafer

7 Reticle Holder

10 Criteria -- Member

RST Reticle stage

13 Operation Part

14 Main-Control System

15 Image Formation Property Control Section

19 Driver Element

22 Reference-Mark Board

23 Sample Base

WST Wafer stage

30 Field Configuration Detection System

41A, 41B, 41C Measure point by the field configuration detection system

[Translation done.]

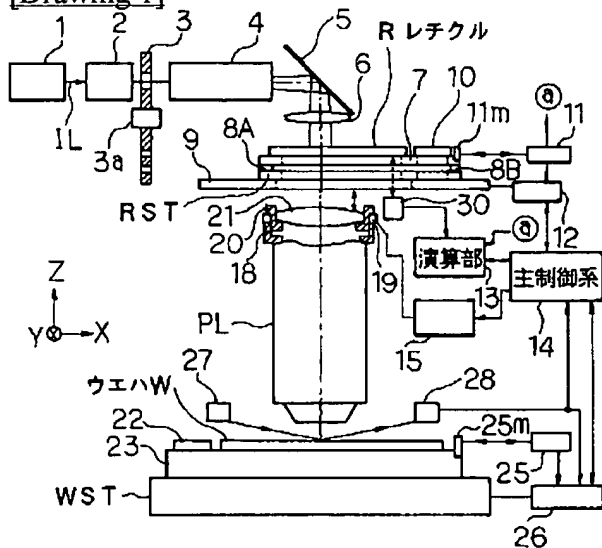
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

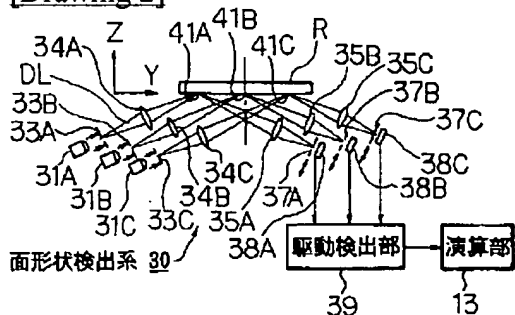
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

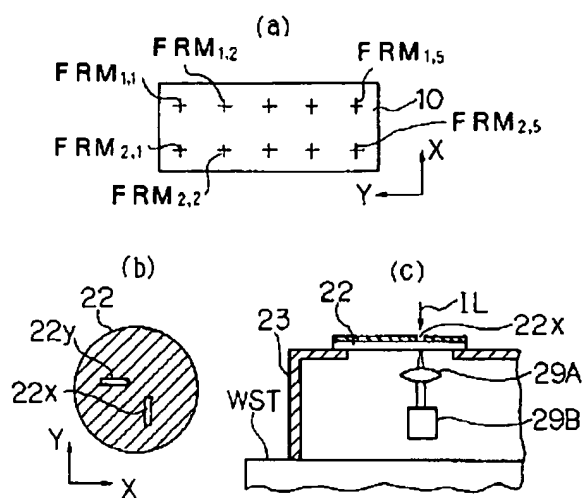
[Drawing 1]



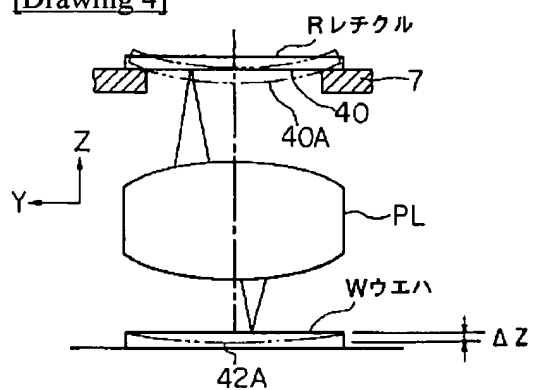
[Drawing 2]



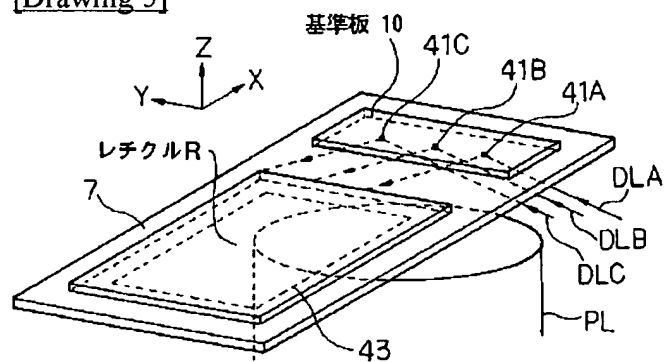
[Drawing 3]



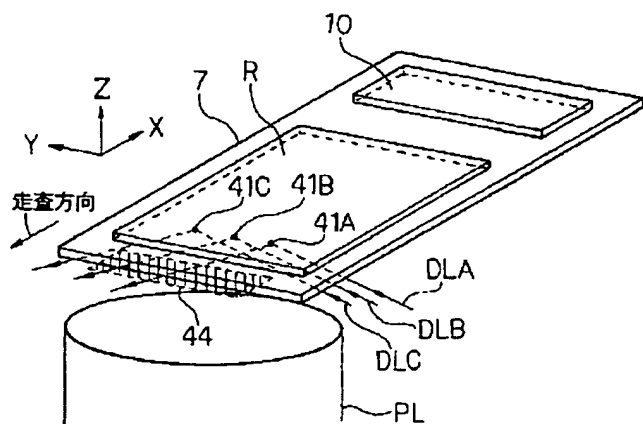
[Drawing 4]



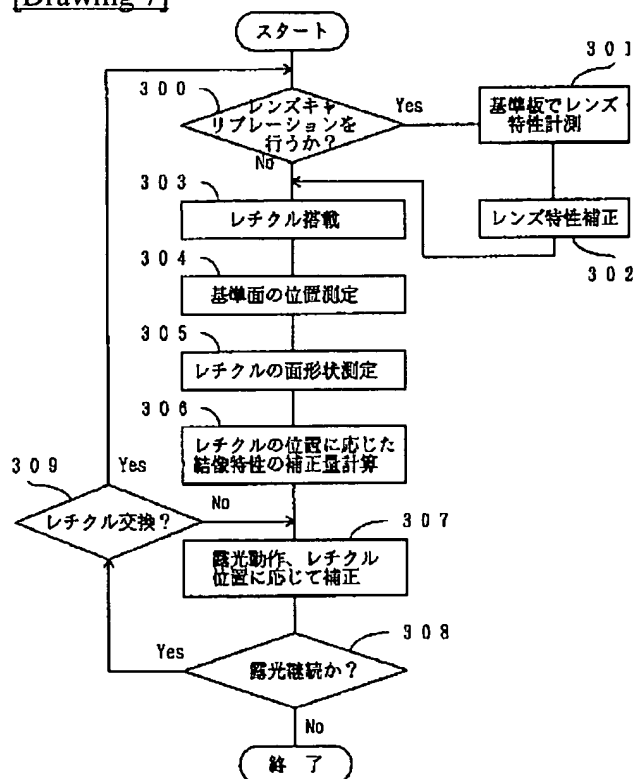
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]